nature

الطبعة العربية

الدوريـــة الشهـــرية العـالميــة للعــــلـــوم

منحنَى التعلُّم

برنامج ذكاء اصطناعي ذاتي التعلم يبلغ مستوى الأداء الإنساني في ألعاب الفيديو

صفحتا 62، و72

علوم العرب

مختبَرات الليزر في السعودية

تطبيقات الطب الحيوي باستبانة تصل إلى مستوى «الأتوثانية»

صفحة 22

الضوء

رؤيــة ثـاقبــة

الفيزيائيون يطوِّرون طُرُقًا للرؤية من خلال الوسائط المعتمة

صفحة 30

التنوع الحيوي

فوائد مَعْرِفَة السكان الأصليين

معارِف تساعد في التغلب على المجاعة، وتدعم التنوع الحيوي

صفحة 56

ARABICEDITION.NATURE.COM

إبريل 2015 / السنة الثالثة / العدد 31

ISSN 977-2314-55003

nature

إبريل 2015 / السنــة الثالثة / العـدد 31

فريق التحرير

رئيـس التحريـر: مجـدي سعيـد
نائب رئيس التحرير: كريـم الدجـوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محـرر أول: نـهى هنـدي
محـرر علمي: أحمد السيد علي
مدير الشئون الإدارية والمشروعات: ياسمين أمين
مساعد التحرير: رغدة سيد سعد
المدير الفني: محمـد عاشـور
مصمم جرافيك: عمرو رحمـة
مستشار التحريـر: أ.د. عبد العزيز بن محمـد السـويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: أبو الحجاج محمد بشير، حاتم النجدي، رجب سعد، رضوان عبد العال، سارة عبد الناصر، سائر بصمة جي، سعيد يس، سفانه الباهي، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، لينا الشهابي، محمد السيد يحيى، محمد حجاج، محمد صبري يوسف، منى عبد النبي، نسيبة داود، نهال وفيق، هشام سليمان، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز
للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية



التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى باكستون برس المحدودة، ديربيشاير، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

تُنشر مجلة "نيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتْشَر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2015. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

العام العالمي للضوء

في عددها الصادر بتاريخ 12 فبراير الماضي، شاركت دورية *Nature* في الاحتفال بالعام العالمي للضوء والتكنولوجيات المؤسسة على الضوء المعلن هذا العام 2015. وقد اخترنا ترجمة ثلاثة من مقالات هذا الملف، تجدونها موزعة على بعض أقسام هذا العدد من الطبعة العربية.

ففي قسم «التحقيقات الإخبارية»، قمنا بترجمة الموضوع الذي يحمل عنوان: «رؤية ثاقبة». يشير زيا ميرالي ـ كاتب المقال ـ في مقدمته إلى قيام الفيزيائيين باستخدام تقنيات مأخوذة من علم الفلك بتطوير طرق للرؤية، من خلال الوسائط المعتمة، مثل الأنسجة الحية. وعن قصة هذا الأمر، يقول الكاتب: "في البداية، بدت الفكرة لألارد موسك نموذجية بشكل خيالي. وفي عام 2007، كان موسك يعمل مع إيفو ڤيليكوب ـ الطالب في مجموعته البحثية في جامعة تفينتي في مدينة إنشيده الهولندية ـ على تسليط شعاع من الضوء المرئي خلال "جدار صلب"، مكوناته هي شريحة زجاجية مغطاة بطلاء أبيض، ثم تركيز الضوء على الوجه الآخر من الجدار. ووقتها، لم يتبلور في عقلهم استخدام محدد لهذا الأمر، إلا أن موسك "أراد فقط تجربة هذا الأمر، لأنه شيء لم نجربه قط". في واقع الأمر، لم يتوقع الباحثون أن يلتقطوا أكثر من صورة ضوئية ضبابية وخافتة. وفيما بعد، اتضح أن أولى محاولاتهم أوصلتهم إلى تجويف ضوئي حاد، درجة سطوعه أكبر مئة مرة من توقعاتهم. ومن شدة المفاجأة، أخذ موسك يصيح قائلًا إن "هذا لا يحدث في اليوم الأول من تجربتك.... ظننا أننا ارتكبنا خطأ، وأنه لا بد من وجود ثقب ما في الجدار يمر الضوء من خلاله!" لكن لم يكن هناك أي ثقب". ومن ثم، أصبحت تجربتهم الأولى من بين دراستين مستقلتين أجريت هذا العام، لتتبوأ ريادة الأبحاث التي تكشف طرق الرؤية عبر الحواجز المعتمة.

أما في قسم «التعليقات»، فنقدم مقال مارك بوكانان، بعنوان: «التداول بسرعة الضوء»، الذي يشير في بدايته إلى أنّ متداولي سوق المال في حالة سباق مستمر؛ كي يزيدوا سرعة وتيرة المعاملات المالية عن أي وقت مضى. ففي هيئات البورصة ـ التي تعتمد على التكنولوجيا المتقدمة ـ يمكن للشركات أن تُجْرِي أكثر من مئة ألف تداوُل في الثانية للعميل الواحد. وفي هذا الصيف، ستتمكن المَراكز المالية في لندن ونيويورك من التواصل بشكل أسرع بمعدل 2.6 مِلِّي ثانية (أي بنسبة 10% تقريبًا) بعد افتتاح خط الألياف الضوئية عبر المحيط الأطلسي، الذي يُطلَق عليه اسم «هيبرنيا إكسبريس» Hibernia Express، الذي بلغت تكلفته ثلاثمئة مليون دولار أمريكي. وفي ظل الابتكارات التكنولوجية الحالية، لا شيء يفرض قيودًا متزايدة على سرعة التداول، سوى اعتبارات فيزيائية أصيلة. هذه الاعتبارات تتعلق بالحاجز الأول ـ والأخير ـ الذي نسميه «سرعة الضوء».

ويشير في المقال نفسه إلى أنه قد تتضمن التقنيات المستقبلية استخدام كابلات الألياف المجوَّفة، التي ينتقل الضوء خلالها عبر تجويف دقيق من الهواء بسرعة الضوء. وتأمل شركات التداول في تكوين أسطول من البالونات، أو من الطائرات التي تطير بدون طيار، وتعمل بالطاقة الشمسية، بحيث يحمل مردِّد الإشارة من أجل دعم شبكة من الروابط عبر المحيطات. وفي غضون عشر سنوات تقريبًا، قد تتواصل الشركات باستخدام جسيمات النيوترينو، التي تنتقل بسرعة الضوء، ويمكنها المرور عبر الحواجز، لا سيما حاجز الأرض. كل ذلك يعني أرباحًا كبيرة تحققها شركات التداول المالي التي تعتمد على التكنولوجيا المتطورة.

المقال الثالث في الملف قدَّم فيه جيم خليلي قراءة للكتاب الأكثر تأثيرًا.. للحسن بن الهيثم، الذي يقول عنه الكاتب في بداية مقاله: عاش الفيزيائي الأعظم في تاريخ العصور الوسطى حياة حافلة، لا تقل إثارتها عن اكتشافاته المذهلة، حيث قضى عقدًا كاملًا في السجن. وفي وقت من الأوقات، تَظاهَر بالمرض العقلي؛ لكي ينجو من مواقف عصيبة في حياته. (..) أبو علي الحسن بن الهيثم، المولود في مدينة البصرة بجنوب العراق في عام 965 ميلادية. كان لكتابه الأعظم والأشهر «المناظر» ـ الذي يقع في سبعة مجلدات ـ تأثير هائل على مناهج التفكير في كل التخصصات؛ ابتداء من نظرية إدراك الرؤية، إلى طبيعة المنظور في فنون العصور الوسطى، سواء في الشرق، أم في الغرب، لما يزيد على ستة قرون. ويدين بالفضل لمنهجه التجريبي عديد من الباحثين الأوروبيين اللاحقين، والفلاسفة الموسوعيِّين.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

إبريل 2015 / السنة الثالثة / العدد 31

هـذا الشـهــر

مهن علمية

لأحدث قوائـم الوظائـف والنصائـح المهنيـة، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

أخبـــار فى دائرة الضــوء



تعليقات



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

إبريل 2015 / السنة الثالثة / العدد 31

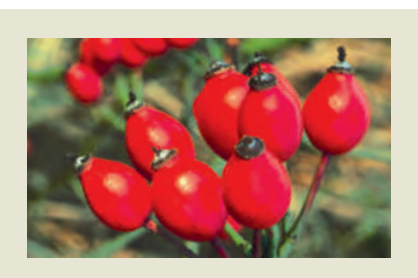
أبحـــاث

MAX CANT /GOOGLE DEEPMIND

على الغلاف

منحنى التعلُّم

نظام ذكاء اصطناعي يَستخدِم التعلُّم الآلي مع مجموعات تدريبية ضخمة؛ من أجل تعليم نفسه كيفية لعب 49 لُعبة كلاسيكية من ألعاب الكومبيوتر، مُظهِرًا قُدرته على التكيُّف مع مجموعة متنوعة من المهام. صفحتا 62 و72



التنوع الحيوي

فوائد معرفة السكان الأصليين

وَجدت دراسة قائمة على مجموعتين عرقيتين من البلقان تعيشان على مقربة من بعضهما أن المعرفة المحلية حول المصادر النباتية تساعد المجتمعات في التغلب على فترات المجاعة، كما تدعم قضية التنوع الحيوي. صفحة 56

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هـــذا الشـــهـــر

افتتاحيات

رؤية عالمية تصوير عالَم العِلْم سينمائيًّا في تطور مستمر، لكن هذا لا يعني أنه يحدث بسرعة الضوء **ص. 10**

علم البيئة الموائل التي تجذب الأنواع الغازية من الضفادع يمكن تحويلها إلى "فخاخ بيئية" **ص. 13**

الزراعة تعديل نباتات هندسيًّا؛ لتحتوي على جزيئات تعطِّل جينات الحشرات؛ وتصدّ آفات منيعة **ص. 15**

سَـــرْد الحــكايـــات

يُعَدّ تركيز إطار التميز البحثي في المملكة المتحدة على مبدأ التأثير بمثابة تذكِرة مفيدة بجميع الطرق التي يمكن للعِلْم من خلالها تقديم المساعدة، للمجتمع سواء اقتصاديًّا، أم بوسائل أخرى.

يُقْبِل الناس على المهن العلمية لأسباب عدة، فالبعض منهم ينشد تطوير العالَم وتحسين أوضاعه، والبعض الآخر يريد أن يفهم كيف تسير أموره... ولكن كم منهم يمكنهم التنبؤ بأن عملهم هذا سوف يسهم ـ على سبيل المثال ـ في إعادة سفينة حربية إنجليزية من القرن السادس عشر إلى العمل من جديد؟

وبِلُغَة العِلْم في القرن الواحد والعشرين، فإن مثل هذه البحوث صار لها سمت جديد، ألا وهو التأثير. فقد اصطف مئات الآلاف من الناس؛ لمشاهدة الهيكل الخشبي للسفينة «ماري روز»، التي تعود إلى حقبة أسرة تودور، بعد خضوعها لعملية ترميم جزئي، عقب انتشالها من قاع البحر، حيث تُعرض حاليًّا في أحد المتاحف بمدينة بورتسموث.

ويرجع الفضل في ذلك إلى جهود علماء الفيزياء الذين قاموا بفحص الصور التي التُقطت لموقع الحطام بواسطة الرادار، وعلماء الأحياء البحرية الذين رصدوا الديدان الثاقبة التي ما تزال تعيش في الخشب، وعلماء الكيمياء الذين ابتكروا الجسيمات النانوية لحماية الخشب المشبَّع بالماء من التعرض للتلف بفعل النشاط البكتيري. وعندما تم انتشال قِطَع من الحطام، قام علماء المواد بفحص مدى التآكل الذي لحق بقذائف المدافع التي تنتمي إلى ذلك العصر، كما قام خبراء الميكانيكا الحيوية بتحليل عظام الأذرُع لرماة تلك الفترة، وقام علماء الآثار بفحص الجماجم؛ لإعادة تشكيل وجوه أفراد طاقم السفينة «ماري روز». ويبقى السؤال: مَن الذي دفع تكلفة جميع تلك الأعمال، ولو بشكل جزئي على الأقل؟ إنهم دافعو الضرائب من أفراد الشعب البريطاني، في إطار الاستثمارات التي تضعها المملكة المتحدة في العلوم، ويتم تمويلها بواسطة مؤسسات الدولة.

وإذا كان العلماء ينتابهم التواضع ـ في وقت من الأوقات ـ إذا ذُكر ما قاموا به من أعمال جليلة، فهم الآن لا يملكون رفاهية هذا الشعور. ففي الحقيقة، يطالب النظام في بريطانيا العلماء بأن يتفاخروا بتأثير بحوثهم على المجتمع. وللمرة الأولى يضم التقييم الضخم لبحوث الجامعات البريطانية ـ الذي يُجرى على مدار عدة سنوات ويُستخدَم للمساعدة في تصنيف المؤسسات، وتخصيص المنح الدراسية ـ الأحكام والآراء الخاصة بذلك التأثير. وهذا أمر جيد، في حد ذاته.

وقد تم حاليًّا نشر دراسات الحالة والتقارير الخاصة بتقييم إطار التميز البحثي، حيث تم تقديم ملخص لما يقرب من 7,000 قصة تتضمن الفوائد التي تحققت، والأرواح التي أُنقذت، والسفن الحربية القديمة التي تم إصلاحها. كما يترقب دارسو تأثير البحوث ذِكْر فكرة تحليل تلك القصص والحكايات. فالتحليل التمهيدي للنصوص يشير إلى أنه عَبْر الكثير من التخصصات.. كانت الدراسات التي تنتشر فيها كلمات تبرِّر أهمية العمل أو مداه ـ مثل «مليون»، و«أساسي»، و«عالمي» ـ تحرز درجات أعلى من القصص التي تفرط في استخدام كلمات مثل «بحث»، و«جامعة»، و«تأثير».

وعادةً ما تسعى القياسات التقليدية لتأثير البحوث خارج المجال الأكاديمي وراء الحقائق والمعطيات، وليس وراء القصص. وعادةً ما تدور تلك القياسات حول النماذج الاقتصادية القياسية التي تحاول تصوير العائد المالي للاستثمار في العِلْم، أو حصر الشرائح الصغيرة من الأنشطة التجارية القابلة للقياس، مثل براءات الاختراع، أو الشركات المنبثقة. وعلى سبيل التأكيد.. هناك عدد وفير من هذه الأمثلة في دراسات الحالة، ولكن إذا نظرنا إلى تلك القصص والحكايات نظرة شاملة، فإنها تذكِّرنا بالكثير من الوسائل الأوسع نطاقًا، التي من خلالها تتمكن الأبحاث التي يتم الإنفاق عليها من أموال دافعي الضرائب من «سداد» المقابل الذي وُضِع فيها من استثمارات، كما تذكِّرنا بأن المقاييس المادية ليست الوسيلة الوحيدة لحصر ذلك.

والحقيقة أنّ إحدى فوائد التركيز على التأثير واسع النطاق تتمثل في أن الأفراد الذين يقومون بأعمال جيدة تُحْدِث فارقًا إيجابيًّا في حياة البشر والمجتمع والاقتصاد يحصلون على التقدير، وكذلك التحفيز، حتى لو لم تكن أفكارهم العلمية بالغة الأثر. وينطبق ذلك على المؤسسات أيضًا.

وهناك بعض الصعوبات الشديدة لإجراء مثل هذا التقييم، وبخاصة للمرة الأولى. يقول بعض الباحثين إنه على الرغم من أنهم يَسعَدون برؤية النتائج، فإنهم يعتقدون أن الأمر لم يكن يستحق تلك الأعباء التي تُلْقَى، سواء على عاتق الأكاديميين، من حيث الضغط على أوقاتهم، أم على ميزانيات الجامعات المشارِكة في جمع دراسات الحالة.

والحق أنه على الرغم من أن مجموعة كبيرة من القصص والحكايات التي تتضمن أنباءً سارة تُعَدّ بمثابة مجموعة قيِّمة يمكن الاعتراف منها بهدف التأييد والمُناصَرة، فإن الروايات المأخوذة من هذا التقييم لا تقدم رؤية شاملة. فقد كان مطلوبًا من الجامعات أن تقدِّم فقط بعضًا من أفضل الأمثلة لديها (ووفقًا للمعلومات.. ربما تكون جامعات كثيرة قد قامت بخفض عدد أعضاء هيئة التدريس الذين قُدمت أعمالهم، وذلك لتقليل عدد دراسات الحالة التي كان واجبًا على تلك الجامعات تقديمها). كذلك هناك إشكالية في جانب آخر، تخصّ صعوبة تقييم وتصنيف دراسات الحالة، حيث يُحتمَل أن تزعم جامعات مختلفة كثيرة أن لكل منها على حدة تأثيرًا على منتَج نهائي بعينه (على سبيل المثال.. عقار قادم من منصّة الاختبار إلى حيِّز الاستعمال اليومي).

> **«وإذا كان العلماء في وقت من الأوقات ينتابهم التواضع إذا ذُكر ما قاموا به من أعمال جليلة، فهم الآن لا يملكون رفاهية هذا الشعور».**

وهذه المشكلات تُعَدّ بمثابة صِعاب تعترض سبيل العمل في بداياته، فقرار المموِّلين بتصنيف دراسات الحالة، واستخدام النتائج؛ لمساعدتهم في تقرير الجهة التي ستتلقى التمويل السنوي القائم على الأداء الذي يقدَّر بمبلغ 2 مليار جنيه إسترليني (ثلاثة مليارات دولار أمريكي)، كان يعني أن تأخذ الجامعات في شتى أنحاء العالم ذلك التقييم مأخذ الجد. والنتيجة هي بمثابة تذكِرة بالوسائل الكثيرة التي من خلالها تقوم البحوث المموَّلة من الدولة بإفادة المجتمع في المملكة المتحدة، وخارجها.

وهذا يثبت نقطة أخرى مهمة.. فرغم أن استراتيجية «أجندة التأثير» ربما تسهم في زيادة تركيز العقول، ومنْح الجامعات والممولين وسيلة إضافية لتحويل العِلْم إلى شيء ملموس قابل للقياس، فإن التقييم الذي تجريه المملكة المتحدة يبين أن الأكاديميين ظلوا ملتزمين بمبدأ التأثير لفترة طويلة، قبل أن يتحول ليصبح مجرد عِبارة طنّانة. أمّا التأثير المزعوم، فهو حديث نسبيًّا، حيث ظهر في خلال الأعوام الخمسة الماضية تقريبًا، ولكن البحوث التي يقوم عليها ذلك التأثير غالبًا ما يصل مداها إلى 20 عامًا مضت.

وبمعنى آخر.. فإن التركيز على التأثير أمر جديد، ولكن خَلْق ذلك التأثير ليس كذلك. وكلما أصبحت تلك التأثيرات ظاهرة بدرجة أكبر؛ كان ذلك أفضل لكل مَنْ يهمهم الأمر. ■

أمـــر مؤلـم

لا بد من فرض رقابة دقيقة على استخدام التقنيات التي تقيس الألم قياسًا موضوعيًّا.

لا شك أن الإصابات والأمراض تثير تعاطف الناس مع المرء، ولكن لماذا نجد من الصعب تقدير الآلام التي يشعر بها الآخرون؟ وكما تساءل ويليام شكسبير من قبل: لماذا عندما نصادف «نفْسًا بائسة قد أنهكتها المصائب»، فإننا «نحاول أن نلتزم الصمت عندما نسمع بكاءها وأنينها؟».

كان من بين الإجابات المطروحة على هذا السؤال أنه لا توجد وسيلة موضوعية لقياس الألم. وهذا تحديدًا يَصدُق على طبيعة الألم المزمن الذي يستمر، حتى بعد أن تكون آلام الجسد الأصلية ـ إن وُجِدت ـ قد انقضت منذ أمد بعيد.

وبالنسبة إلى ملايين الأشخاص على مستوى العالم، الذين يعانون معاناة حقيقية من نوع ما من الألم، فإن هذا الشك يعني أنهم يرفضون الخضوع للعلاج. وتزداد حدة المشكلة لدى النساء تحديدًا، حيث تعاني المرأة ـ على الأرجح ـ من الألم المزمن بدرجة أكبر من الرجل، لأسباب غير مفهومة، ولكن ما زال هناك أناس يؤمنون بنمط سائد يرى المرأة كما لو كانت «مصابة بالهيستيريا». مع ذلك.. يقل احتمال لجوء النساء إلى تعاطي مسكِّنات الألم المصنوعة من الأفيون بشكل جوهري، مقارنة بالرجال. وبدلًا من ذلك.. تفضِّل النساء تعاطي المهدئات، أو مضادات الاكتئاب.

إن الإشارات الخاصة بالألم توجد في المخ، وحاليًّا يشق الباحثون طريقهم سعيًا نحو بلوغ «مقياس للألم»، من خلال المسح الإشعاعي للمخ، الذي يمكنه أن يحل محل التقرير الذاتي الذي يصف فيه المرء معاناته، أو يُعَدّ بمثابة عنصر مكمل لذلك التقرير. وفي حالة وجود مقياس موضوعي لنشاط المخ المصاحب للألم المزمن، يمكن أن نقطع شوطًا طويلًا على طريق تغيير الفكرة العامة التي ترى أن الأشخاص الذين لا يعانون من إصابات جسدية واضحة يتخيلون أو يختلقون تلك الآلام.

هناك عدد متزايد من المحامين الذين يريدون طرح هذه التقنية بوصفها دليلًا يمكن استخدامه في المحكمة؛ من أجل مساعدة العملاء المتضررين على إثبات أنهم لا يتظاهرون بالمرض. وحاليًّا، تقف الشركات الجديدة والمبتدئة على أهبة الاستعداد لتقديم نتائج عمليات المسح بشكل تجاري في هيئة مستندات.

وقد أصاب هذا التطورُ كثيرًا من العلماء وعلماء الأخلاق بالتوتر والعصبية؛ فوفقًا للمعايير العلمية.. لم يتم بعد اختبار كثير من المناهج على عدد كافٍ من الأشخاص، لإثبات أنها دقيقة وغير قابلة مطلقًا للغش. وردًّا على ذلك.. يرى المحامون ـ ولهم الحق في ذلك ـ أنه حتى إذا كانت تلك الاختبارات غير مؤكدة، وأنه يمكن الطعن فيها من الناحية الإحصائية، فإنه لا يوجد ثمة ضرر من استخدامها، لتقديم ولو دليل واحد إضافي؛ لمساندة مزاعم عملائهم.

الأمر الأكثر إثارة للقلق هو احتمال أن يساء استخدام التكنولوجيا، مما يمكن أن يؤدي إلى إجبار المدعين، أو حتى المرضى، على إثبات أنهم يعانون من الألم؛ من أجل تَلَقِّي تعويض، أو تغطية تأمينية، أو علاج مسكِّن للألم. ورغم أنه من غير المرجَّح أن يبدأ الأطباء في طلب إجراء عمليات المسح الإشعاعي باهظة التكلفة بشكل دوري لأدمغة مرضاهم، قبل أن يصفوا لهم مسكنات الألم المصنوعة من الأفيون، فمن السهل تخيُّل أن تطلب شركات التأمين دليلًا على الألم المزمن، قبل أن تدفع أموالًا للعلاج على مدار سنوات.

لمقاييس الألم استخداماتها أيضًا في مجال البحوث. فقد بدأت شركات أدوية كبرى عديدة بالفعل في استخدام تقنيات تصوير الجهاز العصبي؛ من أجل اختبار العقاقير المسكنة للألم، وهي مهمةٌ معروف أنها صعبة للغاية، نظرًا إلى العدد الضخم من الخيوط التي تُشكِّل الضفيرة العصبية المسؤولة عن الإحساس بالألم. ويسهم كل من (الخوف، والاكتئاب، والانتباه، وقوة الإيحاء) في التأثير على التقرير الذاتي للفرد عن إحساسه. وتكون النتيجة النهائية هي التخلص من العقاقير المسكنة الواعدة، لأن المرضى ربما يعتقدون أنه لا جدوى منها، حتى لو كانت تلك العقاقير بالفعل تعالج السبب البيولوجي للألم. ويمكن لأداة القياس الموضوعية أن تتيح للباحثين تنحية هذا الارتباك جانبًا، وعلاج الألم، ثم علاج العوامل التي تجعل المريض يعتقد أنه لا يزال يتألم. في الوقت ذاته، من الممكن أن يُحسن فهمنا لماهية الألم من إمكانية الكشف عن أهداف جديدة للعقاقير والأدوية.

تعكس المناقشات التي تدور بشأن الألم المزمن مناظرات ومجادلات أخرى في عالم الطب، لعل أوضحها التمييز الذي يُمارَس بشكل متكرر بين المعاناة الجسدية والنفسية. فالنظم القانونية تتشبث بفكرة أن الألم النفسي يكون ـ إلى حد ما ـ مختلفًا وأقل أهمية، وكذلك يفعل المجتمع ككل. فالمحاكم الأمريكية ـ على سبيل المثال ـ تسمح بدفع تعويض مقابل الإصابة الجسدية، ولكنها نادرًا ما تفعل ذلك في حالات الأذى النفسي، أو الوجداني.

يمكن القول ببساطة إن القوانين والمواقف لم تتطور بتطور الفهم العلمي للمخ. ففكرة أن بعض الأمراض، مثل الاكتئاب، أو اضطراب ما بعد الصدمة، تنتج عن دورات المخ المضطربة جسديًّا تشهد حالة من الانتشار في الوقت الراهن. ويشعر علماء الأعصاب بالراحة وهم يطمسون الحد الفاصل ما بين الجانب الجسدي والجانب النفسي في إطار بحثهم عن الأسباب البيولوجية للمرض.

إن الألم ـ في حقيقة الأمر ـ يفعل ما هو أكثر من مجرد طمس الحدود الفاصلة ما بين الجانب النفسي والجانب الجسدي، فهو يوحِّد ما بين هذين الجانبين. ولأن خبرة كل شخص وتجربته هي نتاج لعناصر ومكونات كثيرة جدًّا، فإن المسح الإشعاعي للمخ ربما لا ينجح تمامًا في تسجيل ما يشعر به الشخص الذي يعاني من الألم في حقيقة الأمر. ومن المدهش أن العلماء لا يعلمون سوى القليل جدًّا عن كيفية تداخل الألم المزمن مع العمليات الوجدانية والنفسية التي يبدو أنها مسؤولة عن استمرار الشعور بالألم لفترة طويلة، حتى بعد أن تكون الأعصاب المصابة قد شُفيت.

إن قياس الألم ربما لا يجعل ذلك الألم يزول، ولكن يمكنه مع ذلك أن يتيح قدرًا من الراحة. ■

ما بعـد دراسة الجينوم

إن دراسة المحتوى الوراثي فوق الجيني لكثير من الأنسجة البشرية السليمة والمصابة يمكنه أن يزوِّدنا بمعلومات عن العلاقة بين التنوع الجيني والأمراض.

يشير المقطع اليوناني (epi) إلى عدة معاني؛ من بينها: فوق، وعلى، وأعلى، وبالقرب، وفي، وقبل، وبعد. ومعظم هذه المعاني يتضمنها المصطلح (epigenetics)، وبخاصة الأخير منها. ومنذ 14 عامًا نشرت دورية *Nature* مشروع تسلسل الجينوم البشري، وحاليًا نشر نتائج دراسة تابعة عن «التغييرات اللاجينية للجينوم» التي تحدد بدِقَّة متى يحدث التعبير الجيني، وفي أي أنواع الخلايا.

من الصعب العثور على فرع من علم الأحياء البشرية لم يستفد من الكشف عن تتابع الجينوم البشري. إن إرثه يُعَدّ على الأرجح الأبرز في تقديرنا؛ من حيث الدور الذي يلعبه علم الوراثة والتنوع الجيني في الوظائف الطبيعية لجسم الإنسان السليم، وفي حالة إصابته. وعلى الرغم من التقدم الذي حققه ذلك الكشف، فأمام كل سؤال يساعد الجينوم في إجابته، تُطرح أسئلة أخرى عديدة. فلا يزال هناك الكثير مما نحتاج إلى فهمه، بشأن الكيفية التي تفسِّر بها الخلايا الفردية في أجسامنا المعلومات الوراثية.

وهنا يأتي دور علم الوراثة اللاجينية، أو فوق الجينية ـ اختر ما تشاء من المصطلحات ـ في وصف مجمل التغييرات في تنظيم التعبير الجيني، الذي يمكن انتقاله إلى نسل الخلية، وليست التغييرات في تتابع النيوكليوتيدات في الجين.

بعد فترة وجيزة من الانتهاء من التعرف على تتابع الجينوم البشري، أصبح واضحًا أن خريطة علم الوراثة فوق الجينية - الخريطة الواسعة للتعديلات في الجينوم، التي تحدث في الحمض النووي، والعماد البروتيني الذي يدعمه - ستصبح أيضًا مطلوبة، وهي مهمة غير بسيطة، كما يصفها الباحثون. فكل خلية في الجسم تحمل الجينوم نفسه (ما عدا القليل من الاستثناءات)، لكن المحتوى فوق الجيني يتغير في الخلية، وفي نوع النسيج.

إن علم الوراثة فوق الجينية ما زال علمًا ناشئًا، لكن الباحثين الآن يعدُّون العدة لدراسة التغييرات في المحتوى فوق الجيني للجينوم بطريقة منهجية، وبصورة واسعة. ففي عام 2012، احتفلت دورية *Nature* بنشر نتائج لمشروع موسوعة عناصر الحمض النووي «إنكود» ENCODE، الذي كان هدفه وصف كل العناصر الوظيفية المشفرة في الجينوم البشري، عن طريق رسم خريطة للتعديلات فوق الجينية (انظر: nature.com/encode).

«إن معالجة المرض باستخدام معلومات عن الجينوم وحده أصبحت كمحاولة العمل وإحدى اليدين مقيَّدة خلف الظَّهر».

كان مشروع «إنكود» رائدًا في الجهد المبذول فيه، وتطويره للبرمجيات التحليلية المتخصصة، وأصبح له بالفعل تأثير ضخم في دراسات الجينوم البشري، لكن تطبيقاته الإكلينيكية محدودة؛ لأن غالبية نتائجها تأتي من عدد صغير من خطوط الخلايا المعملية، في حين أن المعلومات الإكلينيكية المهمة لعلم الوراثة فوق الجينية يجب أن تأتي مباشرة من جميع أنواع الخلايا المختلفة التي تكوِّن جسم الإنسان.

تم تجميع هذا النوع من المعلومات حاليًّا في مشروع «خريطة طريق علم الوراثة فوق الجينية»، الذي تديره المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة. وقد أُنشئ هذا المشروع لتوليد ومشاركة البيانات الوراثية فوق الجينية للخلايا الجذعية والخلايا الناضجة، والعديد من الأنسجة المختلفة لأشخاص أصحاء ومرضى مصابين بأمراض معينة، مثل السرطان، وضمور الأعصاب، وأمراض المناعة الذاتية.

ومن خلال هذا المشروع تبرز ثلاثة أسئلة تتعلق بأهم الجوانب الرئيسة لعلم الوراثة فوق الجينية: كيف يؤثر المحتوى الوراثي فوق الجيني على التعبير الجيني؛ وكيف يتغير المحتوى الوراثي فوق الجيني خلال تمايز الخلايا الجذعية (أي خلال التطور الطبيعي)؛ وكيف يتغير خلال المرض.

وتؤكد النتائج الدور الأساسي لمعلومات الوراثة فوق الجينية في فهم هذه العمليات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ويتضح بشكل حاسم أنه ليس نوعًا واحدًا أو نوعين من التعديلات هو ما يهم، فعلم الأحياء نادرًا ما يكون بهذه البساطة.. فالتآلف بين هذه التغيرات يتوقع نشاط الجين بطريقة لا يفعلها نوع واحد من التغييرات.

وحتى الآن، ثمة صعوبة في إيجاد علاقة سببية بين التغييرات في المحتوى الوراثي فوق الجيني والإصابة بالأمراض. إن معرفة هذه التغييرات ضرورية، إذا كنا نريد فهم آلية المرض الكامنة، وتصميم علاج مستهدف لها. ومن خلال كَمّ البيانات الجديدة، يمكن للتغير الثابت في المحتوى الوراثي فوق الجيني أن يعرِّفنا الجينات المطلوب دراستها، والمسارات التي تحتاج إلى مزيد من المتابعة. كما يمكن للدراسات طويلة المدى للمحتوى الوراثي فوق الجيني لأنواع الخلايا ذات الصلة بمرض معين أن تحدِّد ما إذا كان التغير في هذا المحتوى له دور في تقدم المرض، أَمْ لدى حدوث الإصابة فقط.

أحد الأسباب التي أعاقت إيجاد علاقة بين بعض الأمراض والاضطراب الوظيفي للحمض النووي هو أن هناك تغيرات أساسية تحدث في مناطق غير مفهومة من الجينوم، وعادةً خارج الأجزاء الخاصة بتشفير البروتين. ومن شأن خرائط المحتوى الوراثي فوق الجيني التي نُشرت في دورية *Nature* أن تساعد العلماء في دراسة المواضع غير المفهومة بشكل كامل. فعن طريق الاستفادة من هذه الخرائط، التي نتجت من دراسة أنواع مختلفة من الخلايا، يمكن للباحثين تحديد ـ على سبيل المثال ـ ما إذا كان التغير في المحتوى الوراثي فوق الجيني المرتبط بمرض معين يقع في مكان ما في الجينوم ينظم نشاطًا جينيًّا، أم لا. إذا كانت الإجابة بالإيجاب، فإن هذا يوفر دليلًا محتملًا يستحق الدراسة.

إن السرطان غالبًا ما يُسمى مرض الجينوم، لكن الجينوم لا يُوجد ولا يعمل في عزلة تامة. فمن بين كل الأمراض، ارتبط السرطان ـ بشكل لا لبس فيه ـ بالطفرات الوراثية فوق الجينية. ولطالما اعتقد العلماء أن تنظيم المحتوى الوراثي فوق الجيني يؤثر على مواقع الطفرات في الجينوم، التي تسبب السرطان. وتشير الاكتشافات الحديثة إلى أن هذا حقيقي بالفعل، بل وتذهب إلى أبعد من ذلك. فقد أظهرت تلك الاكتشافات أن المحتوى الوراثي فوق الجيني للخلية السرطانية يحمل بصمة من نوع الخلية التي نشأ منها السرطان. وهذه معلومة مهمة عن سرطان الأنسجة المعقدة، مثل سرطان الكبد بشكل خاص، الذي لا يمكن في الوقت الحاضر تعقُّبه؛ للوصول إلى نوع الخلية الأصلية التي نشأ منها.

في الأمراض البشرية يعمل كلٌّ من المحتوى الجينومي والوراثي فوق الجيني معًا، ولذا.. تصبح معالجة الأمراض باستخدام معلومات عن الجينوم وحده كالعمل وإحدى اليدين مقيَّدة خلف الظَّهر. إن الكنز الجديد من البيانات عن المحتوى الوراثي فوق الجيني يحرر اليد الأخرى. وقد لا يجيب هذا الكنز عن كل الأسئلة، لكنه سيساعد الباحثين على أن يقرِّروا أيّ الأسئلة يجب طرحها. ■

تداعيات قاتلة

التأثيرات الكارثية لوباء الإيبولا على الآفاق الصحية للنساء الحوامل.

تمثِّل المراحل الأخيرة من الحمل وقتًا عصيبًا لأغلب النساء، لكنْ حاوِل أن تتخيل حال النساء اللاتي يطمحن إلى أن يصبحن أمهات جدد بالمناطق الريفية الآن في سيراليون، أو غينيا، أو ليبيريا، حيث تُلْقِي مخاطر تفشِّي وباء الإيبولا بظلالها المخيفة على أشهُر حملهن الثمانية أو التسعة. والآن، ومع بداية الشعور بآلام في البطن، تواجه هؤلاء النساء خيارًا مستحيلًا.

قبل تفشِّي الوباء، كان المرشدون الصحيُّون يحثون الحوامل اللاتي يشعرن ببعض المضاعفات على التواصل مع العيادات الصحية، إلا أن الذهاب إلى أقرب عيادة يستغرق في العادة يومًا كاملًا أو أكثر، فضلًا عن قصص الأصدقاء والأقارب الذين ذهبوا إلى المستشفيات، ليصدمهم خبر إصابتهم بفيروس الإيبولا، ولم يعودوا بعدها لبيوتهم أبدًا.

أما الحوامل اللاتي خضن غمار الرحلة، فلم يتلقَّين ـ في الغالب ـ العناية اللازمة، وانتهى الأمر ببعضهن بوضع أطفالهن على الأرضيات، أو خلف سيارات الإسعاف، دون أن يكون معهن أحد. والسؤال: ماذا بوسعكِ أن تفعليه؟ هل كنتِ ستقومين بالرحلة؟

الآن، ضع نفسك مكان ممرضة تُلْقِي التحية على امرأة على وشك الوضع، وصلت لتوِّها إلى قسم تصنيف الإصابات بالمستشفى، وقد أنهكتها الرحلة، وتشكو من آلام في البطن. هذه الآلام ـ في نهاية المطاف ـ ليست إلا أعراضًا كلاسيكية للإصابة بفيروس الإيبولا. ورغم تزايد أعداد الحالات، ترى الزملاء والأصدقاء يسارعون في مساعدة النساء الحوامل المصابات بالفيروس، وإذا به ينتقل إليهم؛ ويلقون حتفهم. في هذا الوقت، يشتد الألم على المرأة الحامل، ويداهمها المخاض.. هل كنت ستساعدها؟ أم ستتركها وهي تتلوى على الأرض من فرط الألم، حتى تضع مولودها بنفسها، لتحمي نفسك؟

تواجه النساء ـ وكذلك العاملون والعاملات في مجال الصحة في غرب أفريقيا ـ يوميًّا قرارات من هذا القبيل. وسوف تستمر آثار تفشي وباء إيبولا المدمرة على صحة الأمهات لعدة سنوات قادمة، رغم السيطرة مؤخرًا على الإصابات الجديدة، وتزايُد الاهتمام العالمي.

تقع النساء الحوامل تحت براثن فيروس الإيبولا بصورة لا نظير لها. ومن الصعوبة بمكان التمييز بين أعراض المرض، ومضاعفات الحمل التقليدية. ويحمل القائمون على رعاية هؤلاء النساء أرواحهم على أَكُفِّهم، حيث يتعرضون حتمًا - جرّاء هذه الرعاية أثناء فترات الحمل والولادة ـ لسوائل الجسم التي قد تنقل العدوى. لذا.. يرفض عديد من الأطباء، والممرضات، والعيادات معالجة أي امرأة حامل يُشتبَه في إصابتها بالفيروس.

وتشير التقديرات الصادرة عن صندوق الأمم المتحدة للسكان إلى أن معدلات الوفيات بين الأمهات ـ العدد السنوي لحالات الوفاة بين الأمهات لكل مئة ألف مولود حي ـ ربما تتضاعف نتيجة لذلك. يحدث هذا الآن في الدول التي تمتلك فعليًّا أسوأ السجلات الصحية للأمهات في العالم.

«تقع النساء الحوامل تحت براثن فيروس الإيبولا بصورة لا نظير لها».

يبدي بعض العاملين في مجال الصحة من الشجاعة ما يكفي للاستمرار في رعاية الحوامل أثناء فترة تفشِّي وباء الإيبولا. وتشمل هذه القائمة الأطباء المنتمين إلى منظمة «أطباء بلا حدود»، الذين ابتكروا وسائل جديدة لعلاج هؤلاء النساء، وافتتحوا مستوصفات مخصَّصة لرعاية المرضى الأكثر عرضة للإصابة بالفيروس.

وصل إلى أبعد من ذلك كلٌّ من صامويل باتي، وأمادو جاوارا (العاملَين في مجال صحة المجتمع في سيراليون، اللذين تم تعيينهما للعمل بأحد مستشفيات مدينة فريتاون)، حيث واصلا العمل، في الوقت الذي تخلَّت فيه ممرضات كثيرات عن وظائفهن، كما تخلَّى أطباء بالمثل عن وظائفهم.

في نوفمبر الماضي، ساعد كل من باتي، وجاوارا امرأة حاملًا مصابة بالحمى، حيث قدَّما لها العلاج اللازم، مما أدى إلى تحسُّن حالتها الصحية. ونظرًا إلى اعتقاد باتي أن المرأة مصابة بالملاريا، قام بفحصها مباشرة، دون استخدام التدابير الوقائية الخاصة بفيروس الإيبولا. وكان هذا خطأ قاتلًا، حيث لقي باتي حتفه بعد فترة وجيزة، متأثرًا بالمرض. ولم يمنع مشهد الموت جاوارا من مواصلة عمله في تقديم الرعاية الطبية للمرضى؛ لعلمه بعدم توافر أماكن أخرى يمكنهم اللجوء إليها. ويقدِّر جاوارا عدد العمليات القيصرية التي أنجزها بمئة عملية.

في واقع الأمر، لا يُجْرِي عادةً العاملون في مجال صحة المجتمع هذا النوع من العمليات الجراحية. أما باتي وجاوارا، فقد تلقَّيا تدريباتهما على المهارات الجراحية، من خلال برنامج تديره منظمة "كاباكير" (CapaCare) النرويجية غير الحكومية، بالتعاون مع وزارة الصحة السيراليونية. يقدم البرنامج نموذجًا لمنهجية تُسمى «نقل المهام الجراحية»، التي تسعى لتدارك النقص في عداد أفراد الخدمات الطبية ببعض الدول ـ مثل سيراليون ـ بتدريب العاملين في مجال الصحة على تقديم خدمة الإنقاذ، التي ربما لا تتوافر للمرضى بطرق أخرى في المناطق التي تعاني من نقص الموارد. وتشير التقديرات الصادرة عن المنظمة إلى أن قرابة نصف العمليات الجراحية التي أجراها متدرِّبوها قبل حلول شهر أغسطس 2014 كانت عمليات توليد طارئة.

هناك جدل بشأن أخلاقية «نقل المهام»؛ حيث يساور البعض القلق من أن هذه المنهجية تخاطِر بتعريض المرضى لرعاية دون المستوى، لكن الوباء أظهر مدى الالتزام الذي أبداه المتدربون في منظمة «كاباكير» تجاه مرضاهم. وفي هذا السياق.. واجه العديد من المرضى خيار الخضوع لرعاية جاوارا، وباتي، ونظرائهما، أو عدم تلقِّي أيّ رعاية على الإطلاق.

لم يكن لدى سيراليون سوى سبعة أطباء توليد قبل تفشِّي الوباء. ويسعى صندوق الأمم المتحدة للسكان إلى توفير 56 مليون دولار؛ لتمويل مبادرة جديدة لإعادة افتتاح مراكز خدمات صحية للحوامل، ولتوظيف ما يزيد على خَمْسمئة ممرضة توليد، وطبيب، وعامل في مجال الصحة في المناطق التي يتفشَّى فيها الوباء. وتحتاج هذه المبادرة إلى دعم الجهات الدولية المانحة.

يأتي تدريب مزيد من الأطباء، وإيجاد وسائل لتحفيزهم على البقاء في غرب أفريقيا ضمن قائمة الأولويات؛ لمساعدة المنطقة على تعويض العاملين في مجال الصحة، الذين دفعوا حياتهم ثمنًا لمقاومة الوباء. وقد أثبتت منهجية «نقل المهام» قدرتها على أن تكون جزءًا من الحل. وإذا كان برنامج «كاباكير» معلَّقًا في الوقت الراهن، نتيجة وفاة باتي ومتدرب آخر، فإن استئناف البرامج الطبية ـ ومن بينها برنامج مثل «كاباكير» ـ يمثل أمرًا حاسمًا، حيث تخوض المنطقة معركة ضارية للقضاء على تفشِّي الوباء، والبدء في عملية استشفاء طويلة الأمد. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp



ما زال العِلْم هو الخاسر

صحيحٌ أن تصوير عالَم العِلْم سينمائيًّا في تطور، لكن هذا لا يعني أنه يحدث بسرعة الضوء، حسب تصريح **كُولِن ماسيلوين**.

حَلَّت على سماء هوليوود في الأسبوع الثاني من فبراير الماضي عروض سينمائية ساحرة قادمة من عالَم العلوم، استعدادًا لحفل الأوسكار الذي شهدته لوس أنجيليس الشهر الماضي. ولأول مرة في تاريخ الشاشة الفضية، تَنَافَس على جائزة الأوسكار لأفضل فيلم عرضان يحكيان قصة حياة اثنين من أبرز العلماء: ألان تورينج، عالِم الرياضيات؛ وستيفن هوكينج، عالِم الفيزياء.

أشادت قاعدة عريضة من الجمهور بفيلمي «*The Imitation Game*»، و«*The Theory of Everything*»، لكن من سوء الحظ أن كلَّاهما يَقِلّان بكثير عما هو منشود، من حيث تسليط الضوء على قصة بزوغ شمس عالِمين، أو تطوير صناعة الأفلام المتناوِلة لموضوعات علمية.

ومع أن الفيلمين خرجا من رحم أراضي المملكة المتحدة، وليس هوليوود، إلا أنهما يجسدان مجموعة من الأفكار المبتذلة التي تجسد حياة العلماء، باعتبارهم غريبي الأطوار، وتجسد كذلك قصص الحب الحقيقي التي عاصروها، أي ما يجعلهما عملين هوليوديين بامتياز.

قد يظن البعض أننا نغالي فيما نطلبه، لكنني أرى أن العلماء يستحقون مشاهدة أعمال فنية كبيرة وأصيلة، بحيث تروي حياتهم، مسلِّطة الضوء ـ بقدر الإمكان ـ على الجانب العلمي بشكل واقعي. ومن واقع أن معظمنا يستطيع أن يتعرف على أصالة الأشياء بمجرد النظر إليها، لم نستشعر هذه الأصالة في أيٍّ من الفيلمين.

ومن المفارقات الساخرة أن هوليوود أظهرت قدرتها ـ بين الحين والآخر ـ على إنتاج أعمال فنية صعبة تحمل رياح فترة ما بعد الحداثة، كفيلم «Crash» في عام 2004، بينما ظلت صناعة السينما في المملكة المتحدة تنتج أعمالًا كثيرة من الأفلام العاطفية التي كان يجعلها الكتاب الساخرون مادة للتندُّر؛ من أجل اكتساب قُوتهم منذ ربع قرن من الزمان. (وأنصح الصغار والقراء غير البريطانيين بالرجوع إلى سلسلة «*Comic Strip*»).

جَرَّ فيلم «The Imitation Game» ـ الذي يصوِّر فيه المخرج مورتن تيلدام حياة ألان تورينج ـ أذيال خيبة الأمل، مقارنةً بالعمل السينمائي الآخر. وأشاد كثيرون إشادة مستحقَّة بأداء بينيديكت كامبرباتش التمثيلي، إلا أن نَصّ الفيلم ذاته يرسم صورة تورينج على أنه فرد يعاني من خلل ما، وفي الغالب يعاني من التوحد، مستخدِمًا في ذلك الصورة التقليدية للشخص «العبقري» في تعامله مع زملائه، كالتي نقرأها في قصص الأطفال الخرافية.

> مِن واقعِ أنّ معظمنا يستطيع أن يتعرف على أصالة الأشياء **بمجرد النظر إليها،** في أيٍّ من الفيلمين هذه الأصالة **لم نستشعرها**

لا يخبرنا الفيلم عن فك شفرة إنيجما (Enigma) الألمانية في الحرب العالمية الثانية، سوى أن الجميع سلكوا دروبًا خاطئة في فك رموزها، فيما عدا تورينج، حيث أظهره الفيلم في صورة البطل غريب الأطوار، الذي يتناقش مع الجميع، ثم يشق طريقه الخاص بلا هوادة، أيًّا كان هذا الطريق (فالفيلم لم يخبرنا عنه)؛ فخرج هذا الفيلم في صورة أضعف بكثير مما توقّعنا، لأنه لم يروِ شيئًا تقريبًا عن طبيعة المشكلة، أو دور تورينج في إرساء مفهومٍ ما، نعرفه اليوم بالكمبيوتر وتطبيقاته، وتأثير ذلك على الآخرين، سواء داخل قاعدة المشروع في بليتشي، أم خارجها.

يدَّعي الفيلم أيضًا ـ دون دليل ـ أن مثلية تورينج الجنسية جعلته يغض الطرف عن الشك في جاسوس داخل مقر المشروع، في لفتة درامية مأساوية ومبتذلة، لا تملك أي قيمة، وتسيء إلى سمعة تورينج، إذا ما نظرنا إلى مصادر عديدة تحكي قصة تورينج الحقيقية.

أمّا على مستوى فيلم «*The Theory of Everything*»، فنجد على الأقل ثراء رومانسيًّا أكبر، حيث نقل إيدي ريدمين المشاهدين إلى عالَم ستيفن هوكينج، وجسده ينتكس تدريجيًّا، نتيجة لمرض في الخلايا العصبية الحركية. ومن ثم، جسَّد الفيلم حياة هوكينج تجسيدًا عاطفيًّا، لكنه مقنع؛ وتناول أيضًا المشكلات الكبيرة التي واجهته خارج حياته العلمية، خاصة المتطلبات المستحيلة التي وقعت على عاتق زوجته، جين، التي كتبت مذكّراتها المسماة (*Travelling to Infinity: My life with Stephen*)، الصادرة عن دار نشر «ألما» في عام 2008، وهي المادة التي استند الفيلم إليها، كما تناول الفيلم أيضًا الدعم العالَم الخارجي الضئيل لهما.

صرَّح بعض النقاد بأن الفيلم كان يجب أن يجسد حياته تجسيدًا أشرس من ذلك، لأن نبرة الكتاب الذي استند إليه أخف وطأة من المذكرات الأولى لجين، المسماة «*Music to Move Stars*»، التي صدرت عن دار نشر «ماكميلان» في عام 1999، ونفدت طبعتها. (ومن اللافت للنظر أن النُّسَخ المستعملة المتاحة على موقع «أمازون» تُباع مقابل بضع مئات من الدولارات). وأنا شخصيًّا استمتعت بهذا الفيلم، واقتنعت بمحتواه، لكنه تعامل تعاملًا سطحيًّا مع وصف رحلة كفاح هوكينج العلمية. وبالنظر إلى احتمال وصفه بأشهر عالِم على قيد الحياة، سيشعر المشاهد بأن هناك شيئًا ما ليس في موضعه.

كلا العملين يقدِّمان صورة علمية منمّقة وساذجة عن البطل الذي «ينال كل شيء»، وهي الصورة التي تجد ترويجًا هائلًا من خلال جوائز «نوبل»، والكثير من الكتابات العلمية. وأنا شخصيًّا أميل إلى الصورة العدائية التي قدّمتها عائلة بول كينج في فيلم «*Paddington*»، حيث طُرِد عالِم الجغرافيا، مونتجمري كلايد، من مجتمع العلوم، لأنه أخفق في قتل الدب الذي عثر عليه في بيرو، والعودة به.

من اللافت للنظر بصورة ملحوظة أن انتباه جمهور الفيلمين والنقاد تحوَّل من شاشات العرض الكبيرة إلى الشاشة الصغيرة، لأن كُتّاب الأعمال التليفزيونية يقدمون ما يتناسب مع الحياة في القرن الواحد والعشرين، التي فطن فيها المشاهد إلى تلك الأفكار المبتذلة التي كانوا يشاهدونها في الماضي.

ظهر أسلوب روائي إخباري أكثر تفصيلًا في عديد في المسلسلات التليفزيونية، بدءًا من حلقات مسلسل «*Breaking Bad*»، حتى مسلسل «*House of Cards*». ولا تتعرض أي من تلك المسلسلات حتى الآن إلى موضوعات عالَم العلوم، فيما عدا بعض المعلومات الخفية المتجانسة التي يبثها علينا مسلسل الكوميديا العلمي «*The Big Bang Theory*». وقد يتسم هذا العمل الكوميدي بالسذاجة، إلا أنه في وصفه لحقيقة عالَم العلوم يتفوق في موضوعاته على الفيلمين تفوقًا كاسحًا، حيث يوضح أن هذا العالَم مليء بمعارك الإلهام، والخيانة، والاكتشاف بمحض الصدفة، والعمل الجماعي.

يشهد عدد من الممثلين الذين أدُّوا أدوارًا شرفية في مسلسل «*The Big Bang Theory*»، بدءًا ممن لعب دور الفيزيائي، براين جرين، حتي هوكينج، على مصداقية هذا العمل وتمتُّعه بقاعدة من المعجبين داخل المجتمع العلمي. هذه الجاذبية التي تنبع من هذا العمل تحمل رسالة مهمة أيضًا، تقول إن العلماء ليسوا أشخاصًا ممسوخين في سيرك، بل هم أفراد عاديُّون، تسمح لهم أعمالهم بأن يعبِّروا عن الغرائب التي تدور بداخلهم. وسيكون من الرائع أن نرى عملًا يناقش عالَم العلوم على الشاشة الكبيرة مناقشةً تحمل في طياتها نصف هذا القدر من المصداقية. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/Ypt43d

كُولِن ماسيلوين متخصص في الكتابة عن السياسات العلمية في إدنبرة، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: cfmworldview@googlemail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



أوروبا في حاجة إلى التركيز من جديد على المشروعات العلمية الكبرى

الإدارة الفوضوية، وضعف التخطيط طويل المدى يهددان نجاح مشروع مصدر تَشَظِّي الجسيمات الأوروبي، حسبما يقول **أولوف هالونستن**.

تَطْرُق مشروعات علمية كبرى أبواب السويد، حيث يجري الآن اكتشاف الأراضي المتجمدة القريبة من مدينة لوند؛ لإفساح المجال أمام أحدث المشروعات الأوروبية العملاقة. فمشروع مصدر تَشَظِّي الجسيمات الأوروبي (ESS) ـ الذي تبلغ ميزانيته 1.8 مليار يورو (2 مليار دولار) ومقرر افتتاحه في عام 2019 ـ هو آلة إشعاع نيترون، صُممت لدراسة تركيب المواد.

تجري الاستعدادات لهذا المشروع على قدم وساق؛ ورغم ذلك.. تهدِّد مستقبله مخاطر عديدة، تتمثل في نقص التمويل، وعدم وضوح آليات الدعم، فضلًا عن عدم صياغة إطاره القانوني بصورة مُحْكَمة. مع ذلك.. تنظر أوروبا إلى هذه المخاطر باعتبارها أمورًا طبيعية، حيث تعاني كافة المشروعات التعاونية العلمية الكبرى في القارة الأوروبية عند بزوغ شمسها من حالة مشابهة من الفوضى والارتجالية.

رغم ذلك.. لا يزال مشروع مصدر تشظي الجسيمات الأوروبي يواجه خطرًا داهمًا. وما لم يتحدَّد مؤسِّس بعينه لهذا المشروع، سيتحتّم على أوروبا ـ على الأقل الدولتين المضيفتين: السويد، والدنمارك ـ أن تعي دروس الماضي.. فالمشروع بحاجة ماسة إلى الوقوف سريعًا على أرضية أكثر صلابة، ليكون قادرًا على تجاوز أزمات ارتفاع التكاليف والتأخير، التي قد تهدِّد نجاحه من ناحية، وتستنزف ميزانية سائر البحوث العلمية في السويد من ناحية أخرى.

وبينما تتجه الولايات المتحدة الأمريكية، واليابان، ودول أخرى إلى إسناد إدارة المشروعات العلمية الكبرى إلى الحكومة المركزية، سواء عن طريق التمويل الفيدرالي، أم الهيئات الوطنية، تفتقد الجهود الأوروبية المشتركة هذا النوع من الأسس السياسية، حيث تضطلع المفوضية الأوروبية بدور هامشي، لا يتجاوز عمليات التنسيق في المراحل الأولى من انطلاق هذه المشروعات.

تطوير المشروعات التعاونية بهذه الطريقة ـ كما هو الحال في مشروعي المرصد الأوروبي الجنوبي، ومرفق الإشعاع السنكرتروني الأوروبي (ESRF)، على سبيل المثال ـ يضمن تجنُّب البيروقراطية المعروفة عن بروكسل، والمفوضية الأوروبية، إلا أن هذه المنهجية تنضوي على عديد من السلبيات، التي تتمثل في الصفقات السرية التي تُعقَد خلف الأبواب المغلقة، وفي غياب المساءلة، فضلًا عن خلق مناخ متأصل من الشك.

يتجلى ذلك في استعراض نبذة تاريخية عن مشروع مصدر التشظي الأوروبي. فقد اقترحت كل من ألمانيا والمملكة المتحدة ـ وهما المَصْدران الأساسيان للإشعاع النيتروني في أوروبا ـ استضافة هذا المختبَر في البداية، إلا أنه لم يتم الاتفاق بشأن تمويل هذا المشروع؛ مما أدى إلى توقف كافة الإعدادات في عام 2002. وحتى عندما حظيت دولة السويد بدعم موسَّع للعرض الذي تقدمت به في مايو 2009، لم تتمكن الدول الداعمة من التوصل إلى اتفاقية تمويل مركزي؛ فوجدت الحكومة السويدية نفسها في خضم العديد من المفاوضات الثنائية، التي يبدو أنها لم تُحسَم بصورة نهائية بعد.

لم يَحْظَ الاقتراح، الذي تقدمت به الحكومة السويدية في يوليو الماضي لحل مشكلة التمويل، حتى الآن بالدعم الكافي، عن طريق توقيع اتفاقيات مُلزِمة من كافة الدول المتوقع إسهامها، الأمر الذي يثير العديد من التساؤلات بشأن قدرة المشروع على مجابهة المواصفات الخاصة بالتصميم، وقدرته على تحقيق الطموح العلمي المنوط به، فضلًا عن حجم التكلفة المتوقعة مقابل ذلك. ولم تتجاوز جهود الدول الأعضاء حتى الآن مستوى «خطابات النوايا» الودِّيّة. ومن ثم، بقيت مشكلات قانونية ومالية عديدة بدون حلّ. وفي غضون ذلك، قامت حكومتا السويد والدنمارك فعليًّا باستثمار ما يزيد على مئة مليون يورو في مشروع مصدر تشظِّي الجسيمات الأوروبي، وتوظيف قرابة مئتي شخص للعمل به. لذا.. يتعيَّن على العلماء السويديين وغيرهم من المعنيين بالمشروع ممارسة الضغوط اللازمة على الوزراء المختصين؛ للاطمئنان على تقديم صياغة قانونية مُحْكَمة للتعهدات المالية التي قطعتها الدول على نفسها لتمويل المشروع.

> **ARABICEDITION.NATURE.COM**
> يمكنك مناقشة هذه المقالة مُباشرة من خلال: go.nature.com/91JcR3

لا تمتلك السويد أيّ خبرة في إنشاء واستضافة مختبَرات علمية عملاقة على أراضيها، كما أن سياستها البحثية تقوم على اللامركزية، وإجماع الآراء، وربما لا تتناسب مع تخصيص مبالغ مالية كبيرة لمشروعات بهذا الحجم. ومن ثم، تعهّدت الحكومة السويدية بدفع ما يزيد على ثلث تكلفة إنشاء مشروع مركز تَشَظِّي الجسيمات الأوروبي فقط. والسؤال الذي يفرض نفسه.. ماذا لو ارتفعت هذه التكلفة؟ لقد أبدت الدول الداعمة بقوة لبحوث الانتشار النيتروني ـ مثل المملكة المتحدة، وألمانيا ـ قدرًا غير قليل من التردد على مدى خمس سنوات، بعد القرار الذي اتُّخذ، استنادًا إلى الموقع في عام 2009، قبل أن تقطع على أنفسها تعهدات مُلْزِمة بالعضوية.

> تنضوي المشروعات العلمية الكبرى على **مخاطر معقدة** تستلزم الإعداد الملائم **لمواجهتها.**

والسؤال الآن: هل ستظل لدى شركاء المشروع الرغبة في تحمُّل المزيد من النفقات عند الضرورة؟ وما لم يكن ذلك.. فأين ستجد السويد الأموال اللازمة لسَدّ العجز؟ يؤكد تحليل خطط الإنفاق الحكومي على مدى السنوات القادمة عدم وجود احتياطي نقدي، ومن ثم ستجد الحكومة السويدية نفسها مضطرة إلى الاستقطاع من ميزانيات أخرى؛ لمواجهة أي ارتفاع مفاجئ في تكلفة المشروع.

ورغم حصول الاستثمارات الحكومية الحالية في المشروع على الأموال اللازمة، عن طريق كَمّ معقد من التدفق التمويلي، فالأرقام لا تشهد دائمًا زيادة مطردة، وهو ما يشير أيضًا إلى ضعف التخطيط طويل المدى، ونقص الإعداد لمواجهة الأزمات الطارئة وزيادة النفقات، انظر: (O. Hallonsten *Sci. Public Policy* http://doi.org/z8m; 2014). لذا.. يتعين على السويد أن تضع هامشًا للطوارئ ضمن ميزانيتها، حيث ثبتت فاعلية ذلك مسبقًا في تقليل حجم المخاطر، وعلى سبيل المثال.. عند بناء مرفق الإشعاع السنكروتروني الأوروبي في جرونوبل الفرنسية.

سياسة البحث العلمي تسير دائمًا وفق الأولويات، لكن المشروعات العلمية العملاقة تنضوي على عديد من المخاطر المعقدة التي تتطلب الإعداد الجيد، والإدارة الحكيمة لمواجهتها. ورغم ما بذلته المفوضية الأوروبية من جهود، لمعرفة ما يمكن القيام به؛ لوضع أُطر قانونية لهذه المشروعات التعاونية، والمساعدة في التخطيط، ووضع الأولويات السياسية لإقامة هذه المشروعات، سيظل من السابق لأوانه أيضًا التنبؤ بما يمكن أن تؤول إليه هذه الجهود، حيث إنه من غير المحتمل ـ على أي حال ـ تفعيل السياسات الجديدة في الوقت المناسب لصالح مشروع مصدر تَشَظِّي الجسيمات الأوروبي.

لقد عانى المشروع من التذبذب الأوروبي في حسم مسألة المشروعات العلمية التعاونية الكبرى. ففي الوقت التي ظلت أوروبا فيه تناقش وتساوِم بشأن إنشاء مشروع مصدر تشظي الجسيمات الأوروبي وتكلفته، قامت اليابان والولايات المتحدة الأمريكية بسرعة بإنشاء مشروعاتهما، وتشغيلها. والآن، تسعى أوروبا جاهدة للحاق بالركب. وإذا لم يكن القطار قد غادر المحطة الأوروبية بعد، فإنه يتعين على أوروبا أن تغيِّر موقفها تجاه المشروعات العلمية الكبرى، حيث تمثل الاستعدادات الحالية لمشروع مصدر تَشَظِّي الجسيمات الأوروبي نقطة انطلاق جيدة في هذا الاتجاه. ■

أولوف هالونستين باحث في علم اجتماع العلوم من جامعة لوند السويدية.
البريد الإلكتروني: olof.hallonsten@fek.lu.se

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث

مقتطفات من الأدبيات العلميـة

كيمياء

جسيمات نانوية ملتصقة بشريط

وَجَدَ باحثون طريقة سهلة لترسيب جسيمات نانوية معدنية على سطح، باستخدام شريط لاصق. من شأن إضافة جسيمات نانوية على سطح إضفاء خصائص معينة، مثل التوصيل الكهربي. وأظهر بارتوش جرزيبوسكي وزملاؤه ـ بجامعة نورث وسترن في إيفانستون، إلينوي ـ أنه عندما يُنزَع شريط لاصق شفاف تجاري؛ تتكسر روابط داخل بوليمر الشريط، وتتشكل جذور حرة على سطحه؛ ومن ثم تتفاعل هذه الجذور مع أملاح معادن؛ لإنتاج جسيمات نانوية معدنية على الشريط. وعندما وضع الباحثون الشريط المنزوع في محلول من نترات الفضة لعدة ساعات، تَحَوَّل لون الشريط إلى الأصفر البرتقالي، مما يدل على تشكُّل جسيمات فضة نانوية. وأظهر الشريط المغلف بالفضة نشاطًا مضادًّا للبكتيريا، وظل محتفظًا بقدرته اللاصقة.

J. Am. Chem. Soc. **http://doi.org/zzn (2015)**



JOHN VERICELLA, ROGER AINES (LLNL); JENNIFER LEWIS (HARVARD)

مواد

كبسولات تُجمِّع ثاني أكسيد الكربون

يمكن لكبسولات مجهرية تحتوي على مذيب كربونات سائل أن تحتجز جزيئات ثاني أكسيد الكربون من محطات توليد الطاقة بكفاءة أكبر من الطرق الحالية.

وحاليًّا، يتم احتجاز جزيئات ثاني أكسيد الكربون في محطات توليد الطاقة، عن طريق تمرير غاز المداخن على محلول أحادي إيثانول الأمين السائل. هذا المحلول يسبب تآكل عدد من المواد، ويشكل منتجات ثانوية سامة، كما يجب تسخينه إلى درجات حرارة عالية؛ لاسترداد ثاني أكسيد الكربون، وتجديد المذيب. لهذا.. أنتجت جنيفر لويس وزملاؤها كبسولات مجهرية مصنوعة من غشاء مسامي للغاية من السيليكون، يحتوي على مذيب كربونات. يمتص هذا المذيب ثاني أكسيد الكربون ببطء، لكن تغليف المذيب يزيد معدل الامتصاص بعشرة أضعاف (مقارنة بأحواض الكربونات السائلة)؛ عن طريق زيادة مساحة السطح. وتُعَدّ الكبسولات (في الصورة) مستقرة كيميائيًّا، ولا تشكل خطورة على البيئة، ويمكن استرداد ثاني أكسيد الكربون عبر تسخين بسيط.

Nature Commun. **6, 6124 (2015)**

سلوك الحيوان

شمبانزي يتعلم نداءات جديدة للطعام

لُوحِظ من خلال دراسة علمية تمّت مؤخرًا أن هناك حيوانات شمبانزي أسيرة تتعلم هَمْهَمات جديدة من جيرانها؛ للإشارة إلى الأطعمة. وهذا هو الدليل الأول على وجود ذلك السلوك في مخلوقات غير البشر.

ولمعرفة ما إذا كان الشمبانزي (**في الصورة**) يبدي مرونة في النداءات التي يستخدمها للإشارة إلى أشياء من الحياة اليومية، قارن سايمون تاونسند وزملاؤه ـ بجامعة زيوريخ، سويسرا ـ همهمات سبعة حيوانات شمبانزي تم نقلها من متنزه سفاري في هولندا، لتنضم إلى ستة حيوانات مماثلة في حديقة للحيوان بالمملكة المتحدة. وبعد مرور عام على الانتقال، أشار الشمبانزي الهولندي إلى التفاح بنداء عالي النبرة، على النقيض من همهمات حيوانات الشمبانزي الإنجليزية، لكن بعد مرور ثلاث سنوات، اعتمد الشمبانزي الهولندي نداء جيرانه. وتشير النتائج إلى أن التعلم الاجتماعي للكلمات المرجعية في البشر قد يكون له تاريخ تطوُّري أطول مما كان يُعتقَد.

Curr. Biol. **http://doi.org/zzd (2015)**

FLORIAN MOELLERS/RZSS

خلايا جذعية

خلايا محقونة تعالج إصابات الدماغ

لقد اتَّضحت قدرة خلايا مشتقة من خلايا جذعية بشرية على علاج تَلَف الدماغ في فئران تعرضت لإشعاع، مما يشير إلى علاج محتمَل للناجين من سرطان الدماغ.

يمكن أن يُضْعِف العلاجُ الإشعاعي لسرطان الدماغ الذاكرةَ، والانتباه، والتعلُّم. وقد استخدمت فيفيان طبر وزملاؤها ـ بمركز سلون كيترينج التذكاري للسرطان في نيويورك ـ خلايا جذعية جنينية بشرية؛ لتتمايز إلى خلايا أصلية تشكل خلايا دبقية قليلة التغصن، تَعزِل الألياف العصبية، مما يعزز سرعة النبضات الكهربائية. وحقن الباحثون هذه الخلايا في أدمغة فئران تعرَّضت لإشعاع. كان أداء الحيوانات في مهام التعلم والذاكرة أفضل من الفئران المعرضة للإشعاع، التي لم تتلق تلك الخلايا، وكانت حالتها مضاهية تقريبًا لحالة الفئران غير المعالَجة. وكشَف تحليل أنسجة دماغ الفئران عن أنّ الخلايا المزروعة أعادت عزل الأعصاب في أجزاء كثيرة من الدماغ.

Cell Stem Cell **16, 198–210 (2015)**

تغيُّر المناخ

الهباء الجوي.. واحترار القطب الشمالي

خفّضت الجسيماتُ العالقة في الغلاف الجوي من الاحترار الناجم عن

الغازات المسبِّبة للاحتباس الحراري في القطب الشمالي، لكن قد يتغير هذا الوضع مع انخفاض تلوث الهواء في المستقبل.

الهباء الجوي له تأثير مبرِّد؛ لأنه يعكس أشعة الشمس إلى الفضاء. وقد حلَّل محمد رضا النجفي وزملاؤه ـ بجامعة فيكتوريا في كندا ـ تسعة نماذج مناخية تغطي الفترة من 1913 إلى 2012، تقارِن النتائج في وجود الغازات الدفيئة، والهباء، ومحفزات مناخية أخرى، وفي غيابها. تُظْهِر نتائج الباحثين أن الهباء الجوي حَيَّد 1.3 إلى 2.2 درجة مئوية من احترار القطب الشمالي الناجم عن الغازات المسببة للاحتباس الحراري، ما قَصَرَ الاحترار المرصود على 1.2 درجة مئوية. وحيث إنه من المتوقَّع أن تنخفض انبعاثات الهباء الجوي في العقود المقبلة، فمن المرجح أن يزيد معدل الاحترار. ويقول الباحثون إن نتائجهم تؤكد الثقة في النماذج المناخية، التي تتنبأ باحترار مقداره 8.3 درجة مئوية في القطب الشمالي في ظل سيناريو انبعاثات عالية بحلول نهاية هذا القرن.

Nature Clim. Change **http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2524 (2015)**

علم البيئة

فخاخ تستهدف ضفادع خادعة

يمكن تحويل الموائل التي تجذب الأنواع الغازية إلى "فخاخ بيئية" تقضي على الغزاة. في أستراليا، تدمر ضفادع القصب الغازية (*Rhinella marina*؛ **في الصورة**) الحياة البرية الأصلية، وقد ثبت صعوبة القضاء عليها. ولكي تظل على قيد الحياة في موسم الجفاف، تتوافد الضفادع على البرك التي تخزن المياه للماشية، ومن ثم تستخدم "مراكز الغزو" هذه كمواقع تجمع؛ لتغزو مناطق أكثر خلال موسم الأمطار. ولاصطياد الضفادع، استخدم مايك لتنك وزملاؤه – بجامعة نيو ساوث ويلز في سيدني – أسيجة؛ لإقصائها عن البرك في الإقليم الشمالي في أستراليا. ولقيت الضفادع، التي انجذبت إلى الماء لكنها لم تستطع الوصول إليه، حتفها بالمئات في المواقع المسيجة؛ مما حدّ من أعدادها في العام اللاحق. ويقترح الباحثون التحكم في الأنواع الأخرى التي تعتمد على مراكز غزو بطريقة مماثلة.

J. Appl. Ecol. **http://doi.org/z8p (2015)**

IMAGE BROKER/REX

تكنولوجيا المعلومات

تخزين آمِن للبيانات على المدى الطويل

هناك نظام قائم على الحمض النووي، قد يخزن البيانات بشكل آمِن لألف عام. يمكن للنظم الرقمية الحالية تخزين المعلومات لحوالي 50 عامًا فقط، لكن ترميزها في الحمض النووي قد يمدّ ـ إلى حد كبير ـ من عمرها. ابتكر روبرت جراس وزملاؤه ـ بالمعهد الاتحادي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ ـ نظامًا يغلف جدائل الحمض النووي، ويحميها في غلاف من زجاج السيليكا. وأدرج الفريق أيضًا رموز تكرار؛ لتصحيح الأخطاء التي تنشأ عند كتابة البيانات، وتخزينها، وقراءتها. وباستخدام هذه التقنية، استعاد الباحثون 83 كيلوبايتًا من البيانات، بما في ذلك الميثاق الاتحادي السويسري الكامل لعام 1291، من خلال ترتيب ما يقرب من 5,000 قطعة من الحمض النووي، التي حُفظت في ظروف تحاكي التخزين عند حوالي 10 درجات مئوية لمدة 2000 سنة.

Angew. Chem. Int. Edn **http://doi.org/f23gmf (2015)**

الاقتصاد الزراعي

اضطرابات التجارة تصيب الفقراء

البلدان التي تقلص تجارة الأغذية؛ للحماية من تقلبات الأسعار المحلية، قد تعرقل النظام الغذائي العالمي، وهي على علاقة على الترابط المتزايد للأسواق. استخدم مايكل بوما وزملاؤه – بجامعة كولومبيا في نيويورك – بيانات عن زراعة القمح والأرز من 1992 إلى 2009؛ لتحليل كيف تؤثر صدمات الأسعار الناجمة عن التقلبات الجوية، أو أمراض المحاصيل، أو الحروب واسعة النطاق على التجارة العالمية بالنسبة للمواد الغذائية الأساسية. ووجد الباحثون أن السوق العالمي أصبح أكثر تأثرًا بالقيود التجارية المؤقتة؛ نظرًا إلى تضاعف الاتصالات الدولية، وتزايد حجم البضائع المتداولة منذ عام 1992. وتؤدي القيود على الصادرات إلى ارتفاع أسعار الغذاء العالمية، التي يمكن أن تؤدي إلى مزيد من القيود التجارية. ويشير الباحثون إلى أن الدول الفقيرة هي الأشد معاناة، جراء الانخفاض في الواردات الغذائية.

Environ. Res. Lett. **10, 024007 (2015)**

اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

عِلْم في 200 كلمة، أو أقل

حتى في عصر النصوص القصيرة هذا، من تغريدات واقتباسات صوتية، لا تزال غالبية الأوراق العلمية طويلة ومكثفة، لكن هناك دورية إلكترونية جديدة تَعِد بتقديم محتوى علمي موجز، من خلال قبول وثائق مقدمة تحوي 200 كلمة، أو أقل. ولم ينشر "جورنال أوف بريف أيدياز" (http://beta.briefideas.org) سوى عدد قليل من الأبحاث حتى الآن، لكنها أثارت بالفعل ضجة في وسائل الاعلام الاجتماعية. وحثت كاتي ماك – متخصصة الفيزياء الفلكية في جامعة ملبورن في أستراليا – العديد من متابعيها على تويتر على مطالعة الدورية، مشيرة إلى أنها قامت عمليًّا "بخفض الحد الأدنى للقطعة الصالحة للنشر إلى 200 كلمة"، لكنها حذرت أيضًا من أنها قد تتحول إلى مجموعة أفكار مبدئية، ليست جاهزة للاستخدام العلمي.

NATURE.COM

للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/uzrwqb

علم دراسة الموارد المائية القديمة

بحيرات جافة ارتبطت بحالات الانقراض

ربما لعب تغير المناخ في أستراليا دورًا في انقراض عديد من الحيوانات الكبيرة قبل نحو 50 ألف سنة. ولا يزال سبب الانقراض الجماعي محل جدال، حيث يقول البعض إن الانهيار البيئي كان بسبب استخدام الإنسان النار منذ (40 ألف ـ 60 ألف سنة). وقد رفضت العوامل المرتبطة بالمناخ؛ لأن تغير المناخ في أستراليا في ذلك الوقت بدأ طفيفًا. ومع ذلك.. بحث تيم كوهين وزملاؤه – بجامعة ولونجونج في أستراليا – الرواسب على طول شواطئ بحيرتين ضخمتين (إيري، وفروم)، ووجدوا أن مستويات المياه انخفضت بشكل كبير إزاء وقت انقراض الحيوانات الضخمة. ويقول الباحثون إن البحيرات التي تقلصت في ظل تغير المناخ ربما أدت إلى زوال نباتات وحيوانات عاشبة.

Geology **http://doi.org/z8n (2015)**

علم الأعصاب

الشهيق يعزِّز تدفق سائل الدماغ

يحفز الشهيق تدفق سائل يغمر الدماغ البشري. يعد السائل الدماغي النخاعي بمثابة وسادة للدماغ، ويغسل الفضلات، أما في القوارض فيبدو أن تدفق الدم النابض ينظمه. ولمعرفة كيف يتم تنظيم السائل في البشر، استخدمت ستيفي دريها-كولاكزفسكي وزملاؤها – بالمركز الطبي لجامعة جوتنجن في ألمانيا – التصوير بالرنين المغناطيسي لمسح أدمغة عشرة متطوعين أصحاء بينما هم يمارسون تمارين تنفس. ووجد الباحثون أن الشهيق كان له تأثير أقوى على تدفق السائل من ضربات القلب. ويمكن استخدام هذا النهج لدراسة اضطرابات تؤدي إلى انقطاع تدفق السائل النخاعي.

J. Neuro. **35, 2485–2491 (2015)**





تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الكهرباء الضوئية

عدسة من الماء ببؤرة قابلة للتعديل

طوَّر باحثون عدسة مجهرية لها بعد بؤري يمكن التحكم فيه في أقل من ملّي ثانية. يُعَدّ التحكم في بؤرة عدسة بصرية مفيدًا للفحص المجهري والتصوير الفوتوغرافي، لكن العدسات الحالية القابلة لإعادة التشكيل تكون غالبًا كبيرة الحجم، أو يكون تعديلها بطيئًا. لذا.. صنع رومان كويدانت وزملاؤه ـ بمعهد العلوم الضوئية في برشلونة، إسبانيا ـ عدسة يمكن التحكم فيها عن طريق وضع قرص من أعواد الذهب النانوية داخل غرفة رقيقة من الماء، ووضعه فوق العدسة التقليدية. واستخدم العلماء الليزر؛ لإثارة الإلكترونات في الأعواد النانوية؛ مما سخَّن المياه، وغيَّر معامل الانكسار؛ لإحداث تأثير يشبه العدسة. وتمكَّن الفريق من تغيير البعد البؤري للعدسة بمقدار عشرات الميكرومترات، بدقة أقل من النانومتر، وفي غضون 200 ميكروثانية فقط.

***ACS Photonics* http://doi.org/2cd (2015)**

مواد حيوية

هلام يشكِّل مادة واعدة لطباعة أنسجة

هناك هلام يمكن غرس خلايا حية وعناصر غذائية به، وهو يشكل مادة واعدة لطباعة أنسجة ثلاثية الأبعاد، مثل الأعضاء الصناعية. قام دونج شنج ليو ـ من جامعة تسينجهوا في بكين ـ وويمياو شو ـ من جامعة هيريوت وات في أدنبرة، المملكة المتحدة ـ وزملاؤهما بإنتاج نوعين من الحبر مائيّ المصدر من ببتيدات وجدائل الحمض النووي الصناعية، تشكِّل هلامًا مائيًّا مستقرًّا عند مزجها. طبَع الباحثون طبقات من الهلام؛ لبناء هياكل على نطاق ملِّيمترات، وغرسوا أيضًا خلايا فأر حية في الجِبْرين؛ وأظهروا أن الخلايا نجت من عملية الطباعة، وظلت فعالة. وخلافًا لبعض السقالات السابقة المتوافقة حيويًّا، فإن الهلام المائي قوي بما فيه الكفاية للاحتفاظ بشكله، دون انتفاخ أو تقلص، مع ذلك.. يمكن تكسيره بسهولة بواسطة إنزيمات هضم الحمض النووي.

***Angew. Chem. Int. Edn* http://doi.org/f24b2n (2015)**





NOBUO IWATA/MOMENT OPEN/GETTY

علم البيئة

طيور "بلوبيرد" المتنافِسة تنتج فراخًا أقوى

تنتج إناث طيور بلوبيرد الغربية، المتنافِسة على مواقع التعشيش، فراخًا ذكورًا تفقس مبكرًا بأعداد أكثر من تلك التي تواجه منافسة أقل. ومن المرجح أن تكون الفراخ أكثر عدوانية أيضًا. وهذا تكون له آثار طويلة الأجل على نطاق الأجيال اللاحقة وسلوكها.

اكتشفت رينيه داكوورث وزملاؤها ـ بجامعة أريزونا في توكسون ـ أن إناث طائر بلوبيرد الغربي (Sialia mexicana، في الصورة) التي تعيش في مناطق بها العديد من الجيران، وعدد قليل من مواقع التعشيش، وضعت بيضًا يحتوي على قدر أكبر من الأندروجين ـ وهو هرمون يستثير العدوانية في النسل ـ من الإناث التي تواجه ضغوطًا تنافسية أقل. أنتَجَ هذا البيض الأول أيضًا المزيد من الذكور، التي يمكنها أن تتنافس على أماكن جديدة واستعمارها، ولكن عندما زاد الباحثون عدد مواقع التعشيش في مناطق الدراسة في غرب مونتانا؛ أنتجت الإناث بيضًا به قدر أقل من الأندروجين، وعدد أقل من ذُرِّيَّة الذكور في البيض المبكر. وفي نهاية المطاف، أتاح هذا لطائر بلوبيرد الغربي تعزيز أعداده، وتهجير منافسه؛ طائر بلوبيرد الجبلي (S. currucoides).

Science 347, 875–877 (2015)

علْم المناعة

بكتيريا غازيّة تثير إنذار الحمض النووي

تَستخدِم أجهزة المناعة كاشف حمض نووي غير معروف سابقًا؛ لتحديد البكتيريا الغازية. تتعرف خلايا الدم البيضاء على الحمض النووي للبكتيريا، وتستثير رد فعل يقتل الغزاة في نهاية المطاف. وقد وجد زوسن فان وزملاؤه ـ بمعهد الفيزياء الحيوية، التابع للأكاديمية الصينية للعلوم في بكين ـ أن هناك بروتينًا يتقيد بالحمض النووي، يسمى Sox2، يمثل جزءًا أيضًا من منظومة مراقبة البكتيريا هذه في الفئران والبشر. واكتشف العلماء أن Sox2 يتقيد بالحمض النووي للبكتيريا، وأن الالتهابات البكتيرية كانت أسوأ في الفئران المعدَّلة وراثيًّا؛ حتى لا تعبر عن Sox2 في خلايا الدم البيضاء. وكانت العدوى أيضًا أسوأ في الفئران التي تفتقر إلى بروتين آخر يُسمى TAB2، ويتفاعل مع Sox2. يقول الباحثون إن هذه النتائج قد تشير إلى طرق جديدة لعلاج الالتهابات.

***Nature Immunol.* http://dx.doi.org/10.1038/ni.3117 (2015)**

علْم البراكين

الكبريت يتصاعد في الصهارة

يمكن للكبريت والمعادن الانتقال على الفقاعات المتصاعدة من الصهارة. وهذا قد يفسر لماذا تلفظ براكينُ معينة كمًّا أكبر من المتوقَّع من الكبريت، وكيف يمكن لخامات المعادن أن تتشكل في القشرة المجاورة.

تهبط الصهارة الغنية بالكبريت عادةً إلى قاع غرف الصهارة. وقد استخدم فريق بحثي بقيادة جيم مونجال ـ من جامعة تورونتو في كندا ـ دراسات مخبرية ونمذجة رياضية؛ لإظهار أن قطيرات الصهارة، التي تحتوي على معادن، يمكن أن تتشكل على سطح فقاعات الأبخرة. أما القطيرات التي لا تصل إلى السطح، فتبرد، وتشكل صخورًا غنية بالكبريت، والنحاس، والذهب.

وفي دراسة أخرى، استخدم جون بلندي وزملاؤه ـ من جامعة بريستول، المملكة المتحدة ـ تجارب معملية؛ ليخلصوا إلى أن الغازات الغنية بالكبريت تتفاعل مع سوائل غنية بالنحاس والملح داخل غرفة الصهارة؛

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لتشكيل رواسب سميكة من معادن قائمة على النحاس، ومماثلة لتلك التي توفر ثلاثة أرباع النحاس في العالم. **Nature Geosci.** http://dx.doi.org/10.1038/ngeo2373; http://dx.doi.org/10.1038/ngeo2351 (2015)

علم الأوبئة

الطاعون بلغ أوروبا عبر موجات متتابعة

تَكَرَّر قدوم البكتيريا التي تسبب وباء الطاعون ـ الذي قتل ملايين الأوروبيين على مدى أربعة قرون، منذ خمسينات القرن الرابع عشر ـ من آسيا، ولم تستوطن القوارِض الأوروبية، كما كان يُعتقَد.

تعيش بكتيريا *Yersinia pestis* في القوارض البرية، ويمكن أن تُعْدِي البشر عندما تتسبب تغيرات المناخ في انهيار أعداد القوارض، مما يحفز البراغيث الحاملة للطاعون على إيجاد مضيف بديل. ولتحديد مكامن الطاعون في أوروبا، حلَّل نيلز كريستيان ستنست وزملاؤه ـ بجامعة أوسلو ـ عدوى مرضية تاريخيًّا، جنبًا إلى جنب مع سجلات مناخ تستند إلى حلقات الأشجار.

ولم يجد الباحثون صلة بين تقلبات المناخ في أوروبا وانتشار الطاعون، لكنهم وجدوا صلة بين التغيرات المناخية في آسيا، وانتشاره في موانئ تجارية أوروبية. وخلص الباحثون إلى أن الطاعون استغرق حوالي 15 عامًا للانتقال برًّا إلى أوروبا.

Proc. Natl Acad. Sci. USA http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1412887112 (2015)

SEAWIFS PROJECT, NASA/GSFC; ORBIMAGE

سلوك الحيوان

طيور تسمح لجماعاتها باقتراض أعشاشها

تتعرف إناث البط على جماعاتها، وتسمح لها بوضع البيض في أعشاشها، ولكنها تحارب تلك المحاولات من قِبَل الأغراب عن جماعاتها. تحاول طيور عديدة خداع الطيور الأخرى من النوع نفسه باحتضان بيضها؛ لتجنب تكاليف الطاقة المرتبطة بذلك. وقد درس مالت أندرسون وزملاؤه ـ بجامعة جوتبرج في السويد ـ "متطفلات الأعشاش" من خلال تصوير أوكار البط ناعم الزغب الشائع في المنطقة العليا من القطب الشمالي (*Somateria mollissima*) لأكثر من 4,100 ساعة. حلَّل الباحثون كذلك البروتينات في زلال البيض؛ لتحديد الصلة بين الإناث التي وضعت بيوضها في العش، ووجدوا أدلة على التمييز ضد الأغراب. وفي 65 عشًّا مدروسًا، احتوى 11 عشًّا على بيض من اثنين مختلفتين. ونشب شجار في ثمانية من هذه الأعشاش، حيث لم تربط الاثنيان اللتان وضعتا البيض في كل عش أيّ صلة. ولم يُلاحَظ أي عدوان في ثلاثة أعشاش، وكانت الإناث التي وضعت البيض أوثق صلةً بشكل ملحوظ من الثماني الأخرى.

Behav. Ecol. http://doi.org/2gj (2015)

MPI CHEM. ECOL.; MPI MOL. PLANT PHYSIOL.

السرطان

بكتيريا تحمي أورامًا

إن البكتيريا التي تختبئ في الأورام يمكن أن تقيها هجوم جهاز المناعة. فقد جرى الربط بين بكتيريا *Fusobacterium nucleatum* الفموية، والولادة المبتسرة، والتهاب المفاصل الروماتويدي، وسرطان القولون. لهذا.. درَس جلعاد باشراش، وعوفر ماندلبويم وزملاؤهما ـ بالجامعة العبرية في القدس ـ تأثير هذه البكتيريا على الخلايا السرطانية. ووجد الباحثون أن *F. nucleatum* تلتصق بالخلايا السرطانية المستنبتة في مزرعة، وتثبط الخلايا المناعية؛ عن طريق تنشيط مستقبِل بالخلايا المناعية، يُدعى TIGIT. وتعبِّر أنواع عديدة من خلايا مناعية وُجدت في عيِّنات سرطان القولون والورم الميلانيني في البشر أيضًا عن TIGIT، وقد ثبَّطتها *F. nucleatum*. وتشير النتائج إلى أن هناك أورامًا ـ وخصوصا تلك المعوية ـ بها مستويات عالية من البكتيريا.

Immunity 42, 344–355 (2015)

الزراعة

خنافس تُصرَع عن طريق الـ(RNA)

يمكن تعديل نباتات هندسيًّا؛ لتحتوي على جزيئات تعطِّل جينات الحشرات؛ وتصد آفات منيعة، مقاوِمة لجميع المبيدات الحشرية الرئيسة. فقد قام رالف بوك وزملاؤه ـ بمعهد "ماكس بلانك لفسيولوجيا النبات" في بوتسدام، ألمانيا ـ بتعديل نباتات تبغ وبطاطس وراثيًّا، بحيث تعبر بلاستيداتها الخضراء (هياكل التمثيل الضوئي في الخلية) عن جزيئات حمض نووي ريبي، تستهدف جينات الحشرات الحيوية. نَفَقَت يرقات الآفة المنيعة، خنفساء بطاطس كولورادو (*Leptinotarsa decemlineata*؛ **في الصورة**)، بعد قضم أوراق من البطاطس المعدلة وراثيًّا. وعلى النقيض من ذلك.. لم تَحْظَ البطاطس التي تعبر عن الحمض النووي الريبي خارج البلاستيدات الخضراء بالحماية، ربما لأن آلية الدفاع الداخلية للنبات منعت الحمض النووي الريبي من التراكم بمستويات كافية.

Science 347, 991–994 (2015)

علم المناخ القديم

أمطار الخروج من أفريقيا



ربما حظي البشر الأوائل بعدة فرص مطيرة للخروج من أفريقيا إلى شبه الجزيرة العربية (**في الصورة**)، ذات الأجواء القاحلة والصعبة عادةً. فقد اكتشف آش بارتون وزملاؤه ـ بجامعة أكسفورد، المملكة المتحدة ـ طبقات من الرواسب التي خلّفتها أنهار قديمة في جنوب شرق الجزيرة العربية، تدفقت لعدة فترات طويلة خلال الـ160 ألف سنة الماضية. ومن المرجح أن تلك الفترات الرطبة قد أتاحت للبشر شق طريقهم إلى المناطق الداخلية من الجزيرة العربية في وقت يسبق بكثير ما أشارت إليه بعض النظريات. ومنذ 160 ألف سنة على الأقل، كانت هناك أمطار موسمية توفر المياه العذبة والنباتات الكافية لدعم هجرة البشر كل 23 ألف سنة تقريبًا.

Geology http://doi.org/2f8 (2015)

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأبحاث من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

دوريّة لعِلْم النفس تحظر اختبارًا إحصائيًّا

كُتبت نهاية اختبار إحصائي مثير للجدل، على الأقل في دورية واحدة. ففي وقت سابق من مارس الماضي، أعلن محرِّرو دورية "بيزيك آند أبلايد سوشيال سيكولوجي" (*BASP*) أن الدورية لن تنشر أبحاثًا تحتوي على قيم "بي" *P*، لأنها كانت تُستخدم في أحيان كثيرة لدعم بحوث أقل جودةً. ولا يزال الكُتّاب يتمتعون بحرية تقديم أبحاث بها قيم "بي"، ومقاييس إحصائية أخرى تشكل جزءًا من "اختبار دلالة فرضية العدم" (NHST)، ولكن ستتم إزالة هذه الأرقام قبل النشر في الدورية. وكتبت نيريسا دوزو ـ وهي طالبة الدكتوراة في علم النفس بجامعة كوينزلاند في بريسبان، أستراليا ـ في تغريدة لها: "خرجت دورية "بيزيك آند أبلايد سوشيال سيكولوجي" على التقاليد العلمية، وحظرت نشر اختبار NHST بها. هذا رائع"، لكن جان دي رويتر ـ اختصاصي العلوم المعرفية في جامعة بيليفيلد في ألمانيا ـ ذكر في تغريدة له قائلًا: "ينطوي اختبار NHST على عدد من المشكلات"، مضيفًا أن حظر جميع الإحصاءات الاستدلالية يتضمن "نبذ جوانب إيجابية مع القيمة "بي"".

Basic Appl. Soc. Psych. 37, 1–2 (2015)

استنادًا إلى بيانات موقع Altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric تدعمه ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "Nature" للنشر.

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتداوَلة.. انظر:
www.nature.com/ynfi49

منشآت

ليزر فائق السرعة

افتُتحت أول منشأة في العالم العربي لليزر الأتوثانية في جامعة الملك سعود في الرياض في السادس عشر من فبراير الماضي. تَستخدِم منشآتٌ ـ مثل تلك المنشأة ـ نبضات ليزر باقية لبضعة مليارات من جزء من المليار من الثانية؛ لالتقاط صور لحركة الإلكترونات؛ لدراستها. ستُجرِي المنشأة السعودية ـ بالتعاون مع معهد ماكس بلانك للبصريات الكمية في جارتشينج بألمانيا ـ وجامعة ميونيخ أبحاثًا في الفيزياء الذرية، والبيولوجيا الجزيئية.

شخصيات

وفاة فيزيائي

توفي عالم الفيزياء فال فيتش في الخامس من فبراير الماضي، عن عمر يناهز 91 عامًا. كان فيتش قد اكتشف ـ بالتعاون مع جيمس كرونين ـ عدم التناظر الأوّلي بين المادة والمادة المضادة. وأثبت العالمان فيتش وكرونين في عام 1964 ـ عندما كانا يعملان بجامعة برينستون في نيوجيرسي ـ أن جسيمات المادة المضادة لا تتصرف على أنها نظير انعكاسي لجسيمات المادة. ويُعتقَد أن هذا الخرق للقانون المعروف بـ"تناظر CP" هو السبب في أن الانفجار العظيم لم يُنْتِج كونًا متساويًا في المادة والمادة المضادة. مُنِح الفيزيائيان كلاهما جائزة "نوبل" في الفيزياء؛ تقديرًا لاكتشافهما.

سياسات

خطة روسية لـ(ISS)

أعلنت وكالة الفضاء الروسية "رُوسْكُوزموس" Roscosmos في الرابع والعشرين من فبراير الماضي أنها ستواصل مشاركتها في محطة الفضاء الدولية (ISS) حتى عام 2024، وهو إطار زمني الْتَزَمَت به الولايات المتحدة في العام الماضي. كما أعلنت "روسكوزموس" أنها ستبحث بعد عام 2024 الحصول على وحدات المحطة الدولية المصنّعة في روسيا، وتجميعها؛ لعمل محطة فضائية منفصلة. جدير بالذكر أنه في العام الماضي، وبعد ارتفاع حدة التوتر بين الولايات المتحدة وروسيا حول الأزمة الأوكرانية، صرح نائب رئيس الوزراء الروسي ديمتري روجوزين أن بلاده ستنسحب من محطة الفضاء الدولية بحلول عام 2020.



KATE HOLT/EYEVINE

ضرورة الاهتمام بالأمراض المدارية

بالرغم من أن الأمراض المدارية المهمَلة تؤثر على أكثر من مليار ونصف المليار شخص على مستوى العالم، فمن الممكن تجنب العديد منها ببساطة بمجرد تناول حبة دواء، كما هو الحال في مرض "العمى النهري". وفي تقرير صدَر في التاسع عشر من فبراير الماضي، قدَّرت منظمة الصحة العالمية تكلفة مقدارها 34 مليار دولار أمريكي مقسمة على مدار 16 عامًا، لكي تحقق أهدافها المتمثلة في الحَدّ من العبء الذي يشكله 17 مرضًا من الأمراض المدارية المهمَلة، التي تتضمن داء الليشمانيات، والجذام. وطالبت المنظمة الدولَ المتأثرة بتلك الأمراض بزيادة الإنفاق في مجال مكافحتها.

مستقبَل الجرافين

تسير المبادرة الأوروبية لتسويق الجرافين ـ التي تبلغ قيمتها مليار يورو (1.3 مليار دولار أمريكي)، والتي يشارك فيها 142 شريكًا صناعيًّا وأكاديميًّا من 23 دولة ـ في الطريق الصحيح، محقِّقة نتائج رائعة، مقابل المبالغ التي تُنفَق عليها، وذلك وفقًا لما صرَّح به القائمون على تنظيم المبادرة في الرابع والعشرين من فبراير الماضي. وفي منتصف شهر يناير الماضي، ذكر المتحدث الرسمي للمشروع أنه أجرى تقييمًا مستقلًا لما تم إنجازه بالمشروع الأوروبي الرئيس "جرافين فلاجْشِب" Graphene Flagship، من أجل تقديمه إلى المفوضية الأوروبية، وكانت نتائجه إيجابية بشكل عام. هذا التقييم لم يُنشر بعد، إلا أنه في الأسبوع الأخير من فبراير الماضي، تم نشر خريطة طريق مكوَّنة من 200 صفحة، تحدِّد المجالات البحثية للجرافين، ونوعين آخرين من البلورات ثنائية الأبعاد، كما قامت بتغطية 11 موضوعًا، بدءًا من تخزين الطاقة، وانتهاء بأجهزة الطب الحيوي (.A.C. Ferrari *et al* *Nanoscale* http://doi.org/2df; 2015).

تمويل

ميزانية الهند

خاب أمل العلماء، بعد الزيادة الطفيفة في تمويل الأبحاث، التي تُعَدّ أقل من زيادة التضخم، والتي تم إقرارها في الميزانية الأخيرة للهند، وأُعلنت في الثامن والعشرين من فبراير الماضي. توقَّف المخصص الإجمالي للعلوم عند 419 مليار روبية (ما يعادل 6.8 مليار دولار أمريكي)، بزيادة قدرها 3.4% فقط عن التي حدّدتها الحكومة للعام الماضي. كما شهدت أبحاث الطاقة المتجددة تخفيضًا شديدًا في التمويل بنسبة 68%، إلا أن وزارة العلوم والتكنولوجيا ـ وهي الوكالة الرئيسة في البلاد، المسؤولة عن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

توزيع المنح البحثية ـ تلقّت زيادة قدرها 8%، بمعدل ضئيل الارتفاع عن نسبة التضخم. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/26qfbq.

أحداث

إعادة تسمية مرض

تم إطلاق اسم جديد لمتلازمة الإرهاق المزمن (CFS) من قِبَل هيئة أمريكية لها تلك السلطة، حيث طرحت المؤسسة الطبية الأمريكية ـ على نحو مثير للجدل ـ في تقرير أصدرته في العاشر من فبراير الماضي اسم "مرض عدم تحمُّل الإجهاد الجهازي" (SEID)، وطرحت معه تعريفًا جديدًا للمرض. فلِكَي يتم تشخيص مريض بهذه المتلازمة، لا بد أن يعاني من نوم لا يجلب الراحة، وإرهاق يؤثر على الحياة، وإجهاد تال لبذل أي مجهود. في السابق كان يتم تشخيص أي مريض يعاني من أعراض متعلقة بالإرهاق بمتلازمة الإرهاق المزمن، وذلك بعد أن يتم استبعاد التشخيصات الأخرى. كما أشار التقرير إلى أن "مرض عدم تحمُّل الإجهاد الجهازي" هو مرض فسيولوجي، وليس نفسيًّا. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/eutffs.

مظاهرة لطلبة هنود

تظاهر الآلاف من طلبة الدكتوراة الهنود (**في الصورة**)، بسبب تأخر رفع أجور الزمالة البحثية، الذي وعدت به الحكومة الهندية في أكتوبر 2014، عقب المظاهرات التي اندلعت في شهر يوليو 2014. ففي الأسبوع الثالث من فبراير الماضي، دخل ستة طلاب في إضراب عن الطعام. وبينما طبّقت بعض الهيئات الممولة تلك الزيادة، تأخرت أخرى في تطبيقها؛ ما دفع الطلبة إلى إرسال خطاب إلى رئيس الوزراء، ناريندرا مودي، في شهر يناير. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/adq5pw.



IISC PHOTOGRAPHY CLUB

فيروس جديد قاتل

أعلنت المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها في التاسع عشر من فبراير الماضي عن اكتشاف فيروس مميت جديد، اسمه "بوربون"Bourbon ، وهو الاسم الذي سُمي به نسبةً إلى مقاطعة في ولاية كانساس، تم اكتشافه فيها، ويُعتقد أنه تسبب في وفاة شخص في العقد السادس من العمر، حيث تعرَّض للدغات القراد قبل تدهور حالته الصحية بوقت قليل. وفيروس "بوربون" ينتمي إلى عائلة فيروسات الثوجوتو التي يحملها القراد، وبعض الحشرات، والمعروف أنها أصابت ثمانية أشخاص فقط من قبل.

أبحاث

مسبار الزهرة الياباني

سيحصل المسبار الياباني الشارد "أكاتسوكي" Akatsuki على فرصة أخرى لدراسة الظواهر الجوية لكوكب الزهرة، بعد محاولة فاشلة في عام 2010. ففي السادس من فبراير الماضي، أعلنت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي أنها ستحاول إدخال المركبة ـ التي تبلغ قيمتها 25 مليار ين ياباني (211 مليون دولار أمريكي) ـ في مدار كوكب الزهرة في شهر ديسمبر القادم. وفي حال نجاح هذه المحاولة، سيستخدم "أكاتسوكي" خاصية الاستشعار عن بُعْد لرصد السحب، والمناخ، والبرق، وظروف السطح على الكوكب، ومقارنتها بالظروف المشابهة لها على الأرض. يدور المسبار حول الشمس منذ شهر ديسمبر في عام 2010، بعد أن أدَّى عُطْل في أحد المحركات إلى توقفه أثناء محاولته تخفيض سرعته؛ للدخول في مدار كوكب الزهرة.

نتيجة تجربة الإيبولا

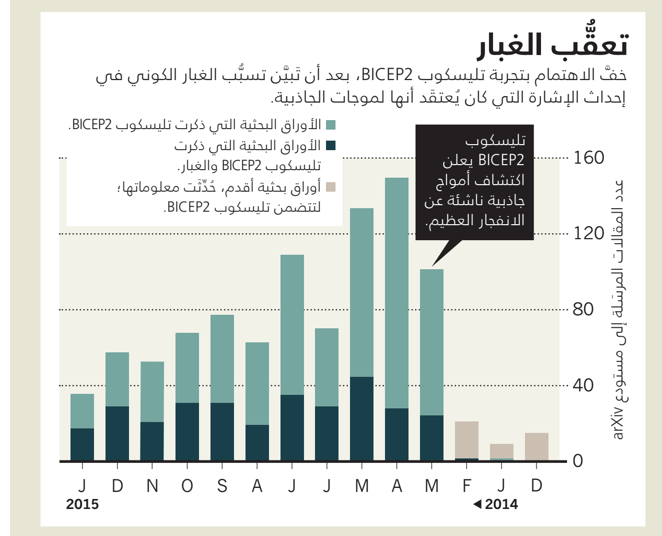
سجَّل العلماء أول نتائج إيجابية من تجربة إكلينيكية بشرية لدواء لعلاج الإيبولا في الخامس والعشرين من فبراير الماضي. جاء ذلك بعد أن أعلن فريق بقيادة باحثين في المعهد الفرنسي للصحة والأبحاث الطبية أن مضاد الفيروسات "فافيبيرافير" favipiravir خفّض معدل الوفيات إلى النصف بين المرضى الذين تُوجد بدمائهم نسب ضئيلة من فيروس الإيبولا. فقد بلغت نسبة الوفيات في التجربة التي أُجريت على أربعين شخصا 15%، بعد أن كانت 30% في المجموعة المرجعية السابقة، إلا أن المسؤولين عن التجربة يحذِّرون من أن الأعداد التي أُجريت عليها الدراسة تُعَدّ أعدادًا قليلة، بالإضافة إلى بعض التحذيرات الأخرى. وقد أُعلنت النتائج خلال المؤتمر السنوي للفيروسات القهقرية والعدوى الانتهازية في سياتل بواشنطن.

مشروع المشيمة

أصبحت المشيمة ـ العضو الغامض والضروري ـ في دائرة الضوء، بفضل استثمار رصدته معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH) لدراسته بقيمة 41.5 مليون دولار أمريكي. فقد أعلنت المعاهد في السادس والعشرين من فبراير الماضي أن "مشروع المشيمة البشرية" سيموِّل ثمانية أو تسعة فرق بحث؛ لتطوير آليات لمراقبة المشيمة على الطبيعة، باعتبارها مؤشرًا لتتبُّع التطور الصحي للجنين. قد يتضمن ذلك تكنولوجيات تصوير، وطرقًا لاستكشاف العلامات البيولوجية للجنين في دم الأم. وأغلب ميزانية البرنامج معاد توجيهه من الدراسة الوطنية للأطفال التابعة للمعاهد، التي كانت تقدَّر بـ150 مليون دولار أمريكي، والتي ألغيت في ديسمبر الماضي. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/ohtjm5.

مراقبة الاتجاهات

تبيِّن مسودات الأبحاث المقدَّمة إلى مستودع المسودات البحثية الإلكتروني (arXiv) كيف أن علماء الكون سرعان ما تحمَّسوا لواحد من أكثر الاكتشافات إثارة في عام 2014، ثم ما لبثوا أن شكَّكوا فيه، وفقدوا اهتمامهم به، ألا وهو الإعلان عن اكتشاف موجات الجاذبية الناتجة عن نشأة الكون، وذلك في شهر مارس 2014. وبعد ذلك بوقت قليل، بدأت تظهر الأوراق البحثية المشكِّكة في النتيجة. ودَقَّ باحثون المسمار الأخير في نعش هذا الاكتشاف في الشهر الماضي، عندما أكَّد باحثون أن الغبار في درب التبانة كان السبب وراء الإشارة التي التقطها تليسكوب BICEP2.



SOURCE: PAUL GINSPARG/ARXIV

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأخبار من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

أخبـــار في دائرة الضوء





MADS NISSEN/PANOS

للصدمات التي يذرها الموت والخوف..عواقب طويلة الأمد في نفوس الناس في سيراليون.

علم النفس

جِــرَاح الإيبــولا غائـــرة

عاملو الرعاية الصحية يبذلون أقصى جهودهم؛ لمساعدة المتضررين من وباء الإيبولا.

سارة ريردون

قد يكون وباء الإيبولا على وشك التلاشي من أفريقيا الغربية، إلا أن تأثيره على الصحة النفسية قد يستمر لسنوات، فالناجون من الإيبولا عادةً ما تداهمهم الذكريات القاسية، وينبذهم المجتمع عند عودتهم إلى منازلهم. وحتى أولئك الذين لم يُصابوا بالعدوى، فهم إمّا مَكْلومون لفقد أقاربهم، أو مكافِحون ليتعايشوا مع فرط القلق والخوف.

تبذل جماعات الإغاثة والحكومات أقصى جهودها لمواجهة هذا الوضع في منطقة، وتفتقر إلى الكثير من حيث بِنْيَة الصحة النفسية التحتية. وثمة نجاحات بسيطة تحققت؛ ففي 25 فبراير الماضي ـ على سبيل المثال ـ أعلن البنك الدولي وحكومتا اليابان وليبيريا عن خطة بقيمة 33 مليون دولار أمريكي، من أجل الدعم النفسي في ليبيريا. ومع ذلك.. باتت إدارة تأثير الخسائر على الصحة النفسية صعبة، بسبب عاملي الخوف من السلطات المعنية، وفقدان الثقة فيها، اللذان ساعدا على انتشار مرض الإيبولا أيضًا. أما تدابير السيطرة على الفيروس، مثل العزل الصحي، فقد تحدُّ من إمكانية الوصول إلى العلاج الضروري.

تقول جورجينا جروندي كامبل، ممرضة الصحة النفسية في الهيئة الطبية الدولية (IMC)، الكائنة في لونسار بسيراليون: «مازلنا نرى الناس قلقين؛ ومازالت تسيطر على الناس هنا وتيرة محاولة النجاة بحياتهم.. فأغلب المشكلات النفسية المتواترة هنا سببها الجمود الذي يخيم على البلد.. فلا شيء يمضي قدمًا».

ليست الأزمات بغريبة على أفريقيا الغربية. ففي العقدين الماضيين، شهدت بلدان المنطقة التي انتشر فيها وباء الإيبولا حربًا أهلية، واضطرابات، وأشكال تعذيب، وانتهاكات لحقوق الإنسان. هذه الأحداث حرّكت جهود النهوض بنظام رعاية الصحة النفسية المحدود في غرب أفريقيا. وكان من ضمن ذلك برنامج تموله المفوضية الأوروبية، حيث ضم أول 20 خريجًا في مجال التمريض المتعلق بالصحة النفسية من جامعة سيراليون في عام 2013. ومع ذلك.. مازالت الخبرة الإكلينيكية عملة نادرة في منطقة الإصابة بالإيبولا؛ ففي ليبيريا يعمل طبيب نفسي واحد فقط بينهم، ولا يوجد أي طبيب نفسي في سيراليون. وحتى على مستوى أبسط التعاملات بين الأشخاص المصابين بالإيبولا، وعائلاتهم، ومقدمي الرعاية الصحية، نجدها تتسم بالتعقيد، نتيجة اتخاذ تدابير الحماية المطلوبة؛ لمنع نقل العدوى. ولأن الأطباء والممرضين ملزمون بارتداء معدات شخصية وقائية ثقيلة لفترات قصيرة فقط، فإنهم يركِّزون على توفير العلاج للمرضى. وغالبًا ما تُترك مهام تقديم المشورة للعائلات الثكلى إلى مزوِّدي الرعاية الصحية في جماعات الإغاثة. ففي سيراليون ـ على سبيل المثال ـ أعادت مجموعة الصحة النفسية غير الربحية، المسماة «الجمعية الأهلية للخدمات النفسية» (CAPS)، توجيه عامليها، البالغ ◄

◄ عددهم ثمانية عشر، وتبدّل دورهم من مساعدة الناجين من الحرب إلى مساعدة الأشخاص المتأثرين بالإيبولا، وإلى توعية المجتمعات السكانية عن المرض. تقول سينثيا سكوت، طبيبة نفسية في منظمة «أطباء بلا حدود»، عادت مؤخرًا من سيراليون: «تحت ظروف الطوارئ هذه، الكل يتحرك حركة بطيئة نوعًا ما؛ لضمان سلامة الطاقم الصحي».

في حالة النجاة من الإصابة بالفيروس، تلوح تحديات أخرى في الأفق؛ حيث يرفض بعض المرضى تناول الطعام أو مغادرة السرير، ويلوم كثيرون أنفسهم لإصابتهم بالمرض. أما الذين يعودون إلى منازلهم، فغالبًا ما يكونون عرضة للإقصاء المجتمعي، بدءًا من مكان السكن، حتى أماكن العمل. وهذا تناقض ملحوظ لطبيعة استجابة المجتمع في ظروف كوارث الحرب، أو الكوارث الطبيعية، إذ عادةً ما يلتف أفراد المجتمع حول الضحايا، كما تقول إينكا فايسبكر، مستشارة الطب النفسي في الهيئة الطبية الدولية في واشنطن العاصمة.

«أغلب المشكلات النفسية المتواترة هنا سببها الجمود الذي يخيم على البلد.. فلا شيء يمضي قدمًا».

تعمل المنظمات غير الحكومية على الحدّ من آثار الوصمة السيئة التي تلحق بالناجين من الإيبولا باستخدام أساليب تُصَوِّرهم كأبطال ناجين؛ كما يتناولون مسألة أخرى مثيرة للجدل، ألا وهي القوانين التي تمنع أداء طقوس الجنازات التقليدية، وإعطاء العائلات الثكلى، في المقابل، صورًا لأجساد ضحاياهم الأعزاء؛ لمواساتهم بعض الشيء. تقول سكوت: «لقد سمعت أشخاصًا يقولون إننا «إذا لم نُوَارِ أجساد موتانا بالطريقة الصحيحة، فذلك يُشعِرنا بأننا مجتمع مريض»».

بعض الإجراءات المتَّخذة للحدّ من انتشار الإيبولا يزيد من صعوبة مواجهة المرض، فالخوف من انتشار العدوى بين الأطباء والمرضى شجَّع مستشفى «إي إس جرانت للصحة النفسية» في مونروفيا- الوحيدة من نوعها في ليبيريا- على وقف عملياتها في الخريف الماضي. وقد صرَّح بخروج معظم المرضى، من بينهم بضع عشرات من المرضى الذين يعانون من مشكلات صحية ذُهانيَّة. ويعلِّق بنجامين هاريس، الطبيب النفسي الوحيد في ليبيريا قائلًا: «لا شك أن هناك تزايدًا في عدد الأشخاص المصابين في الشوارع، لأن المستشفى ما زال يعمل دون المستوى الطبيعي».

تُبدي جهود بناء القدرات العلاجية في أفريقيا الغربية علامات مشجِّعة، حيث سيوظف البرنامج في ليبيريا أطباء إكلينيكيين في الصحة النفسية على مدار ثلاث سنوات في المدارس، وفي أعمال أخرى. وتضع وزارة الصحة الليبيرية الصحة النفسية من ضمن أولوياتها في خطة الشفاء من الإيبولا، فضلًا عن قضايا أخرى، كرعاية الأمومة، وفيروس نقص المناعة البشرية. وفي سيراليون عالجت الجمعية الأهلية للخدمات النفسية ما يقرب من 1,500 شخص متضرِّر من تأثير الإيبولا.

هذه الإنجازات جزء لا يتجزأ من نقلة أكبر في مواقف مجتمع الصحة العالمي في التعامل مع الصحة النفسية، حيث أصبحت منظمة الصحة العالمية تتناول الصحة النفسية تناولًا متزايدًا في تقاريرها، كما صارت الجهات المانحة لا تتشدد في التجاوب مع دعم برامج الصحة النفسية. وفي هذا السياق، تؤكد فايسبكر على أنه ما زال هناك الكثير من العمل لإنجازه، رغم ما تحقق؛ لضمان اعتبار الرعاية النفسية ضمن أولويات استجابة القضاء على الإيبولا، وتقول: «علينا أن نكون متيقِّظين لذلك. ويجب التأكد من أن هذه المسألة تحت الرصد والمراقبة». ■




بركان جبل ميرابي من أكثر البراكين نشاطًا في إندونيسيا، ويثور كل بضع سنين.

مخاطر طبيعية

القياس الكَمِّي لمخاطر البراكين

إنّ تقييم الأمم المتحدة يهدف إلى إنقاذ الأرواح بتخطيط المساعَدات.

ألكسندرا ويتز

هناك مَنْ جرفته الانهيارات الطينية البركانية.. وهناك مَنْ طمرته الحمم البركانية.. وهناك آخرون اختنقوا. لقد أَوْدَت الثورات البركانية بحياة ما يقرب من 280 ألف شخص خلال القرون الأربعة المنصرمة. والآن فقط، تعتزم البشرية قياس المخاطر الناجمة عن هذه الظواهر النارية كميًّا. وقد صدر أول تقييم مفصَّل عن أخطار البراكين في جميع أنحاء العالم في الرابع من مارس الماضي عن مكتب الأمم المتحدة للحدّ من خطر الكوارث، كجزء من عملٍ أكبر عن تقييم المخاطر الدولية، يهدف إلى إنقاذ الأرواح بتقديم معلومات أفضل لمخطِّطي مجابهة الكوارث، وبعرض إجراءات الاستجابة الفعالة.

لذلك.. يقول جان كريستوف كومورويسكي، الباحث في علم البراكين في معهد فيزياء الأرض في باريس، الذي أسهم في إعداد التقرير: «إننا، للمرة الأولى، نجتمع على مفهوم واحد للنشاط البركاني عالميًّا. وهذه نقطة تحوُّل كبرى».

هناك ثمانمئة ملايين شخص يعيشون في نطاق يبعد مئة كيلومتر عن بركان قد يثور في أي لحظة، لكن الأخطار تتفاوت تفاوتًا كبيرًا من مكان إلى آخر. ففي أعالي جبال الأنديز، التي تكلل قممها الثلوج، قد يذيب الثوران البركاني الثلجَ؛ فتندفع فيضانات من المياه تجاه القرى القريبة. وفي جنوب شرق آسيا، قد ينفجر بركان بعنف؛ فيبعثِر رماده الثقيل على مساحة عريضة؛ ويتسبب في انهيار أسطح المنازل.

يهدف التقرير إلى وضع أرقام ثابتة ومؤكدة عن المعرَّضين للخطر على وجه التحديد. والأرقام تأتي من شبكة دولية من المؤسسات، تقودها المملكة المتحدة، تدعى النموذج العالمي للبركان، وتتعاون في العمل مع الاتحاد الدولي لعلوم البراكين وكيمياء باطن الأرض.

تَتَّقل قادة الفرق بين بيانات القاعدة التي تضم 9,500 ثوران بركاني تقريبًا على مدار العشرة آلاف سنة الماضية، الواقعة تحت حيازة معهد سميثسونيان في واشنطن العاصمة. وسجلوا عن كل بركان عدد مرات الثوران، ونوع المخاطر الفعلية التي شكلها؛ ثم قاموا بإحصاء عدد الأشخاص الذين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

OSCAR SIAGIAN/REDUX/EYEVINE

يعيشون الآن على بُعْد عشرة أو ثلاثين أو مئة كيلومتر من ذلك البركان؛ فضلًا عن معرفة ما إذا ما كانوا يعيشون في أماكن قتلت الانفجارات فيها أناسًا من قبل، أم لا (انظر: «دمار شامل»). والنتيجة هي «كتالوج» كامل عن أشد مخاطر البراكين، وقائمة بالبلاد مرتَّبةً وفقًا لعدد السكان المتضررين. كان الباحثون مندهشين للعثور على مخاطر في أماكن لا يُعتقَد عادةً ارتفاع النشاط البركاني فيها. فمنطقة أوفيرني بفرنسا ـ على سبيل المثال ـ طالما كانت هادئة عبر الفترات التاريخية، لكنها شهدت انفجارات بركانية خلال بضعة آلاف من السنوات الماضية، ولذلك.. جاء تصنيفها عند درجة مرتفعة نسبيًّا على مقياس الخطر، لأن أناسًا كثيرين يعيشون بالقرب منها. أما في نيوزلندا، فيقع مجال أوكلاند البركاني ـ وتاريخ ثورانه الغامض ـ تحت أكبر مدينة في البلاد.

تقول جيني بارسلي باركلي، الباحثة في علم البراكين من جامعة إيست أنجليا في نورويش بالمملكة المتحدة إن «البراكين مجال يجذبك بشدة لدراسته». فالتربة البركانية عادةً ما تكون خصبة، والارتفاع عن سطح البحر يوفر ظروفًا طيبة للحياة في المناخات الأكثر حرارة.

وعلى مستوى العالم، صنَّف الباحثون 62 بركانًا في فئة «الخطر الأقصى»، أي ما يعني أنها كانت نشطة في الآونة الأخيرة، وتقع بالقرب من أناس كثيرين. وتصدَّرت إندونيسيا قائمة أكثر البلدان المهدَّدة، حيث يوجد بها 77 بركانًا نشطًا تاريخيًّا، بما في ذلك بركان جبل ميرابي، الذي يثور مرارًا بالقرب من مدينة يوجياكارتا.

وبقياس آخَر.. تُعَدّ جُزُر بركانية صغيرة ـ مثل مونتسيرات في البحر الكاريبي ـ هي الأكثر عرضة للخطر، حيث عندما تبدأ هذه البلاد الجُزُريّة في الارتعاد، يجب على جميع مواطنيها الفرار، وإلّا تعرضوا للهلاك. وفي هذه الأماكن، المعلومات غير المؤكَّدة لها تكلفتها، إذ تَسَبَّب الإخلاء المثير للجدل لجزيرة جوادلوب في الكاريبي من السكان سنة 1976 في غضبهم، عندما لم يثر البركان ثورانًا كبيرًا.

ولا يعني تصنيف البركان بالخطر أنْ يعيش الناس بجواره كالبط، فإذا كان هناك عدد كاف من المعدات المراقَبة علميًّا، مثبَّتة على بركان ـ وثمة إعدادات محلية جيدة للاستجابة ـ فيمكن الحدّ من الخطر الذي يداهم حياة البشر، حسبما يقول ستيفين سباركس، الذي يدرس علم البراكين في جامعة بريستول بالمملكة المتحدة، والمؤلف الرئيس للتقرير. ففي ميرابي عام 2010، استغلت السلطات معلومات عن تغيرات طبيعية في البركان، لإجلاء مئات الآلاف من الناس قبل الثوران الكبير؛ مما أنقذ أرواحًا كثيرة.

لذلك.. تقول سو لوجلين، الباحثة في علم البراكين «في هيئة المساحة البريطانية في إدنبرة، ومن ضمن الأفراد الرئيسين في الدراسة: «أردنا عرضًا يوضح ما أنجزه خبراء البراكين في جميع أنحاء العالم».

في الإكوادور، حول المنطقة المحيطة ببركان تونجوراهوا، يعمل متطوعون محليون في صورة شبكة من (*Vigias*)، أو مراقبي نشاط البركان. فهم يراقبون التغيرات في الجبل، وينقلونها بطريقة لا سلكية لوحدة مراقبة البركان المجاور في كل ليلة مع تقاريرهم.(J. Stone *et al*. *J. Appl. Volcanol.* **3**, 11; 2014) . مِثل هذه المبادرات يمكن نقلها إلى أماكن بركانية أخرى نشطة، كما تقول باركلي، وتضيف قائلة: «يمكننا أن نتعلم أكثر بكثير عند جمع هذه المعارف مع بعضها البعض». ■

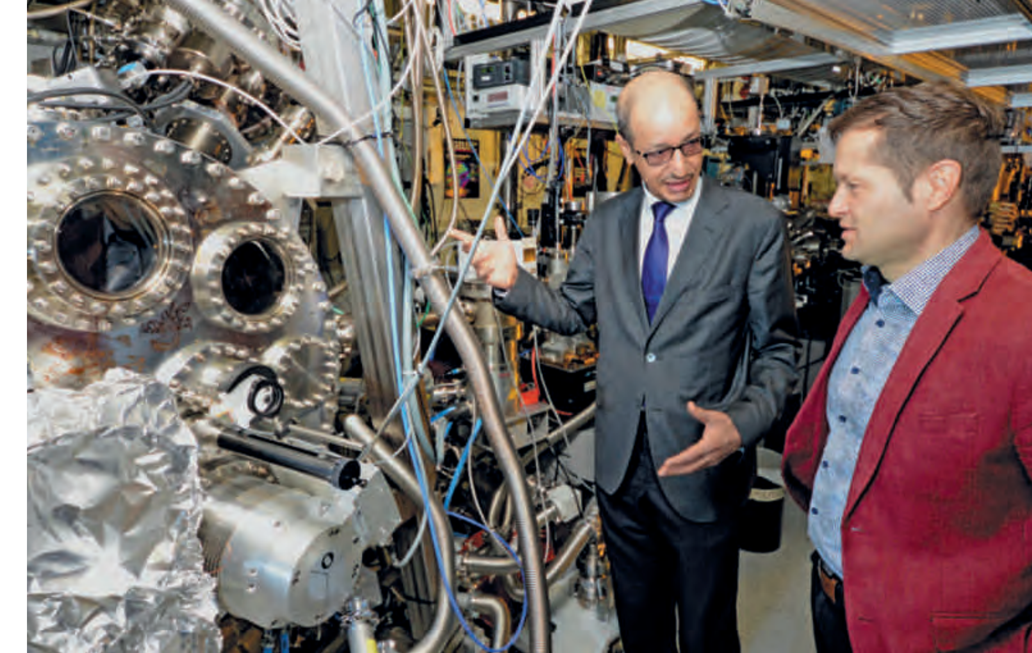
دمار شامل

أكثر من نصف الوفيات الناجمة عن الانفجارات البركانية في القرون الأربعة الماضية وقعت في خمسة أحداث كبرى فقط، وقتلت 162,928 نفسًا. واليوم يتركز أكثر من 90% من المخاطر البركانية في خمسة بلدان.

نيفادو ديل رويز 1985
الوفيات 23,187
بيليه 1902
الوفيات 28,800
كاراكاتو 1883
الوفيات 36,417
تامبورا 1815
الوفيات 60,000
أونزين 1792
الوفيات 14,524
الإجمالي من مجموع 533 حادثًا مميتًا
الإجمالي من أكبر 5 حوادث تم شطبها
الإجمالي من أكبر 10 حوادث تم شطبها
معدل الوفيات التراكمي (بالآلاف)
300
200
100
0
2000 1950 1900 1850 1800 1750 1700 1650 1600

إثيوبيا %3.9
اليابان %6.9
أخرى %8.7
المكسيك %3.9
الفلبين %10.6
إندونيسيا %66

SOURCE: GLOBAL VOLCANIC MODEL/IAVCEI



عبد الله الزير (يسارًا) وفيرينك كراوس اللذان يقودان أحد أشكال التعاون مع جامعة الملك سعود في الرياض.

THORSTEN NAESER

علوم العرب

المملكة العربية السعودية تَفتتِح مختبَر ليزر فائقًا

سيهتم المختبَر بدراسة تطبيقات الطب الحيوي، باستبانة تصل إلى مستوى الأتوثانية.

أليسون أبوت

داخل أروقة أقدم جامعة في المملكة العربية السعودية وأكبرها، أُزيح الستار في الأسبوع الثالث من فبراير الماضي عن مختبَر متطور متخصص في أبحاث الليزر، يُعَدّ الأول من نوعه في العالم العربي. هذا الحدث يشحذ طموح المملكة في تحقيق الريادة العلمية، وبناء علاقات وثيقة مع علماء الغرب. ولا شك أن هذا الطموح يلزمه بعض الترتيبات الثقافية.

في مختبر علم الأتوثانية في جامعة الملك سعود بالرياض، سيحلّ ضيفًا جهاز «ليزر الأتوثانية»، الذي يولِّد نبضات ضوئية فائقة القصر. وهذا الضوء يستمر فقط لأجزاء ملياريّة من كل مليار في الثانية، ويستطيع ـ بتقنيةٍ ما ـ أن يصوِّر الإلكترونات غير المرئية التي تتحرك حركة مماثلة وسريعة داخل الذرات. كانت أجهزة ليزر الأتوثانية قد خرجت من رحم الحياة في عام 2001، والآن توجد في عشرات المواقع الرصدية حول العالم. وتدشين هذا المرفق في المملكة العربية السعودية هو نتيجة التعاون الذي بدأ في عام 2008 مع «معهد ماكس بلانك للبصريات الكمية» في جارشينج الألمانية، الذي يمتلك ليزر الأتوثانية الخاص به، وجامعة لودفيج ماكسيميليان في ميونيخ. وفي هذا الصدد، تعلِّق أولجا سميرنوفا، الباحثة في الفيزياء الذَّرِّيَّة في «معهد ماكس بورن» ببرلين بأنه «من الرائع أن يُوجد في دولة خليجية آخِر ما توصَّل إليه العلم في مجال الأتوثانية».

على المستوى الاقتصادي، تشتهر المملكة العربية السعودية بثروتها النفطية، إلا أن حكومتها قرَّرت في عام 2002 أن العلم هو مفتاح بناء اقتصاد أكثر تنوعًا. ومن ثم، أقرَّت استراتيجية تضم استثمارات مالية ضخمة، وعقد مشاركات مع مؤسسات بحثية رائدة في الخارج. ويبدو أن الأمر أثبت فاعليته.. ففي السنوات الخمس الماضية، أحدثت عدة أبحاث علمية نشرها الباحثون في المملكة العربية السعودية صدى مدوِّيًا؛ كما تفوقت جودة أبحاثها على الأبحاث الصادرة من تركيا وإيران، وفقًا لمقياس التأثير المعياري للورقة البحثية، تبعًا لنظام قياس التأثير البحثي (SNIP) الصادر عن جامعة لايدن الهولندية. وقد صرَّح الأمير تركي بن سعود بن محمد آل سعود ـ رئيس برنامج المملكة الوطني في مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكار ـ لفريق أخبار دورية *Nature* أن التمويل العلمي سيتضاعف ابتداء من هذا العام، وأن المملكة تسير على الطريق الصحيح؛ لتصل إلى مستويات الدول الغربية بحلول منتصف عام 2020.

وسرعان ما أصبحت تقنية ليزر الأتوثانية من الأدوات الأساسية في الفيزياء الذَّرِّيَّة، بعد أولى تجارب نبضات ليزر الأتوثانية الضوئية، التي أجراها فريق «معهد ماكس بلانك» البحثي في عام 2001، تحت قيادة فيرينك كراوس، الذي يرأس مختبَر علوم الأتوثانية (M. Hentschel *et al*. *Nature* **414**, 509–513; 2001). ومن هذه اللحظة، انتقلت استخدامات الليزر إلى ساحة العلوم الجزيئية، متضمِّنةً أنظمة المادة المكثفة، وعلم الأحياء الجزيئي، حيث تُستخدَم هذه التقنيات في معرفة كيف يمكن لحركة الإلكترونات أن تُحدِث تغييرات في بِنْيَة الجزيئات.. فهي ـ حسبما أفاد الباحث في فيزياء الليزر في جامعة إمبريال كوليدج بلندن ـ بمثابة «مِشرط زمني حاد ودقيق في تشريح المكونات الداخلية للمادة».

ستدرس واحدة من التجارب المخطَّط إجراؤها باستخدام ليزر جامعة الملك سعود سلوكَ الإلكترونات في ذرّات الميلانين، التي تشتهر على نطاق واسع بأنها الصبغة التي تحمي الجلد من أشعة الشمس فوق البنفسجية. ولا أحد يعرف لماذا تفشل عادةً فوتونات الأشعة فوق البنفسجية في اختراق روابط الجزيء الكيميائية عند تسليطها عليها، حيث من المفترَض أن تُعيد إلكترونات الميلانين توزيع الطاقة بين الجزيئات وتنشرها. ومن ثم، ستختبر التجربة في جامعة الملك سعود هذه الفرضية من خلال تهيئة نبضات قصيرة للغاية من الأشعة فوق البنفسجية عالية الكثافة لإثارة الإلكترونات، ثم ستأتي مرحلة رصد حركة الإلكترونات باستخدام ليزر الأتوثانية.

يتيح التعاونُ مع المملكة العربية السعودية لكراوس فرصة الدخول إلى منطقة جديدة تمامًا، حيث ستتاح له فرصة العمل مع طبيب الأورام، جان مارك نابهولتز، الذي انتقل إلى جامعة الملك سعود في العام الماضي؛ ليرأس «المركز الوطني الشامل للسرطان». وسيعمل الثنائي على ضبط الليزر؛ ليولِّد نبضات ضوئية من الأشعة تحت الحمراء؛ لتحليل البروتينات والأحماض النووية في عيِّنات دم مأخوذة من مرضى السرطان. وسيكون الهدف هو التوصُّل إلى «البصمات» الجزيئية، التي قد تعطي فرصة لتشخيص أنواع السرطان، أو التنبؤ باستجابة العلاج، أو الإصابة المستقبلية بالسرطان.

يقول كراوس إن قيمة المصدر الضوئي النابع من الأشعة تحت الحمراء تكمن في إمكانية تطوير استخدام جهاز ليزر في حجم صغير، ووضعه بجانب فراش المريض. وفي الوقت الراهن، يُعَدّ المصدر الوحيد لهذا الإشعاع هو إشعاع السينكروترون، الذي يتطلب بِنًى تحتية ضخمة ومكلفة. ويذكر أنه نتيجة لخبرته المحدودة في هذا المجال، بات من الصعب أن يحصل على تمويل لتطبيقات كهذه في ألمانيا.

وإذا انتقلنا للإشارة إلى وضع المرأة في المجتمع السعودي والتعليم، سنجد أن سجل حقوق الإنسان في المملكة قد خلق عديدًا من التحديات أمام شركاء هذا التعاون، حيث في جامعة الملك سعود، التي تأسست في عام 1957، ما زال هناك حرم جامعي للذكور، وآخر للإناث. وفي المختبر الجديد، كشف عبد الله الزير ـ الذي يقود جانبًا من التعاون في مجال الليزر تحت راية جامعة الملك سعود ـ أنه لا يوجد قانون يمنع الإناث من الانضمام إلى المختبر الجديد، إلا أن الخلط بين الجنسين يُخالِف المعايير الثقافية، لكنه أكد أنهم «سيتخذون ترتيبات خاصة؛ لضمان انضمامهن». وأضاف أنه من المحتمل تدريب طالبات الدكتوراة على التعامل مع معدات كهذه، حتى يتمكّن من الإشراف على الطالبات الجامعيات اللاتي لا يريد آباؤهن حضورهن فصولًا دراسية مختلطة. ومن ثم، تَوَجَّب على كراوس أن يعتاد على العمل في بيئة منفصلة خلال الفترة التي قضاها في جامعة الملك سعود، حيث كانت تُلْقَى جميع المحاضرات في الحرم الجامعي للذكور، ثم تُبَثّ للإناث. ويتذكر كراوس كيف كان في غاية الذهول عندما استمع ـ لأول مرة ـ إلى سؤال من طالبة عَبْر مكبِّرات الصوت، لا يستطيع رؤيتها.

يقول كراوس إنه فكّر مليًّا في إمكانية التعاون مع المملكة العربية السعودية، حيث إن هذا المَجَرِيّ ـ الذي رحل إلى الغرب في عام 1987 وهو ابن الخامسة والعشرين ـ لديه حساسية شديدة تجاه قضايا حقوق الإنسان. وقبل فترة قصيرة من بدء التعاون مع جامعة الملك سعود في عام 2008، ألغى رحلته الى الصين، احتجاجًا على تضييق الخناق على حرية الصحافة هناك، ثم أعرب بعد ذلك عن أسفه لذلك القرار. وفي تعليقه عن قراره هذا، قال إنه لم يتحقق شيء يدفع حَرَج العلماء. وفي نهاية المطاف، توصَّل إلى أنه في مثل هذه الحالات «يكون أفضل شيء هو تبادل الخبرات، والتعرف على مشكلاتنا».

وفي زيارته الأولى لجامعة الملك سعود في بدايات ذلك العام، تأثَّر كراوس بشدة من جرّاء الحماس الذي وجده تجاه العلم، ووصف حاله قائلًا: «بدا الأمر وكأن ثورة صغيرة على وشك الاندلاع.. ففكرت في شعوري لو توفرَت الفرصة ذاتها في المَجَر مِن قَبْل. ربما لم أفكر وقتئذ في الرحيل عنها». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





تكنولوجيا تموِّلها وكالة «أربا-إي» للتحكم في تدفق الطاقة التي تستخدمها شركات المرافق الأمريكية.

تقنية

أفكــار الطاقــة الثوريــة، والتمويــل الخــاص

صناديق التمويل الفيدرالية الجديدة تلهِم بالاستثمار في تقنيات مشروعات البحوث المتقدمة في مجال الطاقة.

جيف تولفسون

تحتفل وزارة الطاقة الأمريكية، وهي على أعتاب عامها السابع، ببعض النجاحات الذي أحرزه جهدها الطموح لإطلاق الإبداع في تكنولوجيا الطاقة النظيفة. ففي بداية القمة السنوية لوكالة مشروعات أبحاث الطاقة المتقدمة (ARPA-E) في التاسع من فبراير الماضي، أعلنت إدارة البرامج أن التقنيات التي تدعمها الوكالة جذبت نحو 850 مليون دولار أمريكي من استثمارات القطاع الخاص.

ومع ذلك.. لم يكن سوق أفكار الطاقة الجديدة في ذلك الوقت رائجًا، واتسم جو القمة العام بالهدوء، مقارنةً بالأعوام السابقة، عندما كانت الجلسات تغص بالمستثمرين المتطلعين إلى الفرصة الكبيرة التالية. وينصح أغلب مراقبي مجال الابتكار في الطاقة بالتحلي بالصبر والتروِّي، حيث إن الأفكار النافعة غالبًا ما تستغرق عقودًا، حتى تصل إلى تطبيق واسع النطاق. فكانت مشروعات أبحاث الدفاع المتقدمة «داربا» DARPA، التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية، هي نموذج وكالة أبحاث الطاقة المتقدمة «أربا-إي» ARPA-E، وقصة نجاحها الكبرى التي تعرف تحت مسمى «الإنترنت»، حيث استغرقت عقودًا قبل أن تحظ بالاعتراف والتقدير.

يقول إيلان جور، المدير السابق لوكالة «أربا-إي»، الذي يترأس الآن برنامجا لتعزيز الابتكار التكنولوجي في مختبر لورانس بيركلي الوطني في ولاية كاليفورنيا، إنه «إذا نظرنا إلى السنوات العشرين أو الثلاثين القادمة، ولم نستطع رؤية تأثير ما، عندها يمكننا القول إننا أخفقنا... والإسهام الحقيقي الذي حققته «أربا-إي» هو إبراز التحديات، وخلق طيف من المجتمعات التي يمكنها أن تواجهها».

فتر الحماس العام في طرح تقنيات جديدة إلى السوق منذ أن تأسست «أربا-إي»، وتهاوت بشدة استثمارات رؤوس الأموال في الولايات المتحدة خلال العامين الماضيين، كما تلاشى عن الأنظار تقريبًا تمويل المراحل الأولى من أبحاث الطاقة النظيفة. وتسعى إدارة الرئيس الأمريكي باراك أوباما إلى قلب مجريات هذا التوجه رأسًا على عقب من خلال مبادرتها التي اتخذتها في العاشر من فبراير الماضي؛ من أجل زيادة حجم استثمارات القطاع الخاص. وتحقيقا لجزء من هذه المبادرة، تعهَّد مجلس أوصياء جامعة كاليفورنيا باستثمار مليار دولار من صندوقها الخاص بالهبات ومعاشات التقاعد بالاستثمار في التقنيات الصديقة للمناخ؛ كما يخطط البيت الأبيض لعقد قمة الطاقة النظيفة في الأشهر المقبلة.

خلال السنوات الست الماضية، استثمرت «أربا-إي» ما يقرب من 1.1 مليار دولار في أربعمئة مشروع، بدءًا من تخزين الكهرباء على نطاق واسع إلى تقنيات الشبكات حديثة، وأنواع الوقود الحيوي المُحَسَّن، وطرق فعالة في احتجاز ثاني أكسيد الكربون من محطات الطاقة. هذه الاستثمارات تكسبنا الثقة في بث الحماس في هذا الحقل، لكن في ظل صناعة بطيئة الحركة، يصير من الصعب قياس تأثيرها الفعلي.

في قمة 2015 للطاقة والابتكار، التي انعقدت بالقرب من واشنطن العاصمة، وصفت شيرل مارتن ـ نائبة مدير «أربا- إي» ـ الطريقة التي تستخدمها الشركات في تسويق التقنيات، التي تدعمها الوكالة، بأكثر من ستة أضعاف استثمار «أربا- إي» الأصلي. ومن ثم، يقول مارتن «أعتقد أننا بدأنا في صناعة فارق.. فنحن بدأنا نناقش مشكلات عالمية، وتوصلنا إلى نتائج ملموسة».

تتسم مِنَح «أربا-إي» بأنها منح كبيرة نسبيًّا، حيث تصل إلى عشرة ملايين دولار على مدى ثلاث سنوات، لكنها لا تُمنح إلا بموجب سلسلة من الشروط، إذ ينبغي أن يكون للمشروعات اتصال مباشر بمديري المشروع، وأن تلبِّي معايير الأداء الصارمة. وحتى الآن، ألغت الوكالة واحدًا وعشرين مشروعًا، بينما عمل موظفوها على إعادة تصميم مشروعات أخرى في ضوء نتائج باهرة.

تموِّل الوكالة الأكاديميين والشركات الصغيرة حديثة العهد، كما تدعم أيضًا أبحاث عمالقة الصناعة، مثل شركة يونايتد تكنولوجيز (UTC) في هارتفورد بولاية كونيتيكت، التي قادت عديدًا من المشروعات، وشاركت في حوالي 12 مشروعًا. يقول مسؤولو الشركة إن هذه المشروعات، التي تشمل تمويل صناعة البطاريات، وتقنيات تصنيع متقدمة، وتبريد الغاز الطبيعي وتخزينه، تقع في منطقة رمادية، حيث لا يرى السوق أي مبرر لاستثمار القطاع الخاص في المراحل البدائية لتكنولوجيا ما.

لذلك.. يقول كريج ووكر، المشرف على تكنولوجيا الطاقة في قسم الأبحاث في شركة المتحدة للتكنولوجيا: «حقًّا، لقد خَلقت وكالة «أربا-إي» بيئة ابتكار لم تكن موجودة من قبل». ويقدِّر كريج أن ثلثي العمل الذي تموله «أربا-إي» على مدار السنوات الست الماضية قد يكون اندرج في فئات لم يكن لها مكان في وكالات التمويل التقليدية.

كان هذا هو التصور عن «أربا-أي». وفي تقرير أصدرته الأكاديميات الوطنية الأمريكية في عام 2007، كان مقترحًا تخصيص وكالة ما في سد الفجوة بين البحوث الأساسية وأبحاث الطاقة الصناعية؛ كما دعا التقرير إلى زيادة موازنة «أربا-إي» لما يقرب من مليار دولار سنويًّا على مدى خمس أو ست سنوات. ورغم التأييد العريض الواضح من الحزبين، لم يرتفع سقف موازنة الوكالة عن مبلغ 280 مليون دولار منذ عام 2012.

أما دوجلاس كيركباتريك، الرئيس التنفيذي لشركة «بلاكباك» في سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا، فيرى أن وضع التمويل ليس بالضرورة علامة سيئة، حيث يقول إن كثيرًا من المستثمرين دخلوا اللعبة قبل سنوات قليلة، وهم يفكرون في إمكانية الثراء على حساب مجال تكنولوجيا الطاقة المتوهج، مثلما حدث في أثناء طفرة الإنترنت، لكن سوق الطاقة يتصف بالبطء والمنهجية.

> **«حقًا لقد خلقت وكالة «أربا-إي» بيئة ابتكار لم تكن موجودة من قبل».**

تطوِّر شركة «بلاكباك» خزان غاز طبيعي منخفض الضغط، يمكنه وضع حد لهيمنة قطاع البترول على قطاع النقل. وبفضل هذا الهدف الطموح، جذب المشروع 4.6 ملايين دولار من صندوق «أربا-إي»، لكن خطوته الأولى ـ بلا ريب ـ اتسمت بالتواضع، لأن الأمر كان أشبه بالزج بهذا السوق وسط ماكينات جَزّ عُشْب ملاعب الجولف، ثم سَيَحِين دورها بين السيارات في مرحلة لاحقة. فهي رحلة تبدأ، حسبما يقول كيركباتريك، «بمضغ ذيل الفيل أولًا».

تعلَّم كيركباتريك درسًا في أثناء السنوات الثماني التي أمضاها في «داربا» كمدير للبرنامج، ثم كباحث أول. وهذا الدرس هو أن «داربا» تستهدف بمنتجاتها المجالَ العسكري الأمريكي، لا ملاعب الجولف. وينطبق المبدأ نفسه هنا، حيث ينبغي أن تتحلى بالصبر؛ لترى فرص انتشار تكنولوجيا ما، أي أن «كل ما تحتاج إليه هو سَدّ الفراغات، ثم التحلي بالصبر». ■

سياسات

سبعة آلاف قصة تحكي تأثير العِلْم

تحليل اللغة يكشف السبب وراء نجاح دراسات الحالة في أسلوب تقييم الأبحاث في المملكة المتحدة.

ريتشارد فان نوردن

يخدم العلم المجتمع بطرق لا تُعَدّ ولا تُحصَى، بيد أن طريقة تحديد وتشجيع الأبحاث عالية التأثير صارت هوسًا على مستوى منظمات التمويل عالميًّا. ففي يناير الماضي، كشفت المملكة المتحدة النقاب عن بيانات جديدة صدرت عن سبعة آلاف دراسة حالة، لتناقش هذه المشكلة. تتناول دراسات الحالة تلك المنافع الاقتصادية والثقافية والاجتماعية للمنح الدراسية بالدولة، بعد أن طالبت حكومة المملكة بإجرائها ضمن عملية التقييم البحثي. بينما يعكف صانعو السياسات على دراسة هذه المستندات، وقد أجرت دورية *Nature* تحليلها الخاص، كي تكشف الطريقة التي وصف بها الباحثون قيمة عملهم مقارنة بالعائد المادي الذي يجنونه، مسلِّطةً الضوء على التعبيرات الطنّانة التي استخدموها، خاصة كلمتي «مليون» و«سوق»، اللتين حازتا على نصيب الأسد في هذا السياق.

تطالِب هيئات تمويل عديدة الأكاديميين بأن يخططوا للطريقة التي ستترك بها أعمالُهم بصمة كبيرة وقت التقديم على المنح. وفي المملكة المتحدة، يكشف ستيفن هيل، رئيس برنامج السياسات البحثية في مجلس التمويل العالي الإنجليزي، أن الحكومة أرادت تقديم المنح للمقترحات التي حققت إنجازًا ملموسًا على أرض الواقع. والدولة تعمل بالفعل وفقًا لثقافة التدقيق البحثي، حيث إنها تُقَيِّم جودة العمل البحثي الجامعي كل بضع سنين، وعلى إثره تخصص ملياري جنيه إسترليني (ما يعادل 3 مليار دولار أمريكي) وفقًا لنتائج التقييم البحثي.

ومن أجل التدقيق البحثي لعام 2014، المعروف باسم إطار التميز البحثي، قام مجلس تمويل التعليم العالي الإنجليزي بتعديل شروط التمويل، وأضاف إليه ضرورة تناول الجامعات في مقترحاتهم البحثية التأثير الواسع لأعمالهم خلال الأعوام الستة في الفترة ما بين 2008 - 2013، وأعلن أنّ 20% من الدرجة النهائية لتقويم المقترح البحثي ستكون مبنية على تلك الإسهامات (انظر: *Nature* http://doi.org/zx8; 2014).

كانت مواجهة تلك التحديات بمثابة جهدٍ ضخم تطلَّب أحيانًا تعيين كتّاب متخصصين ومستشارين. يقول ديفيد برايس، نائب رئيس مجلس الأبحاث في كلية لندن الجامعية، إن الكلية كتبت ثلاثمئة حالة دراسية، استغرقت ما يقرب من 15 عامًا من العمل الشخصي، فضلًا عن تعيين أربعة موظفين بدوام كامل للمساعدة.

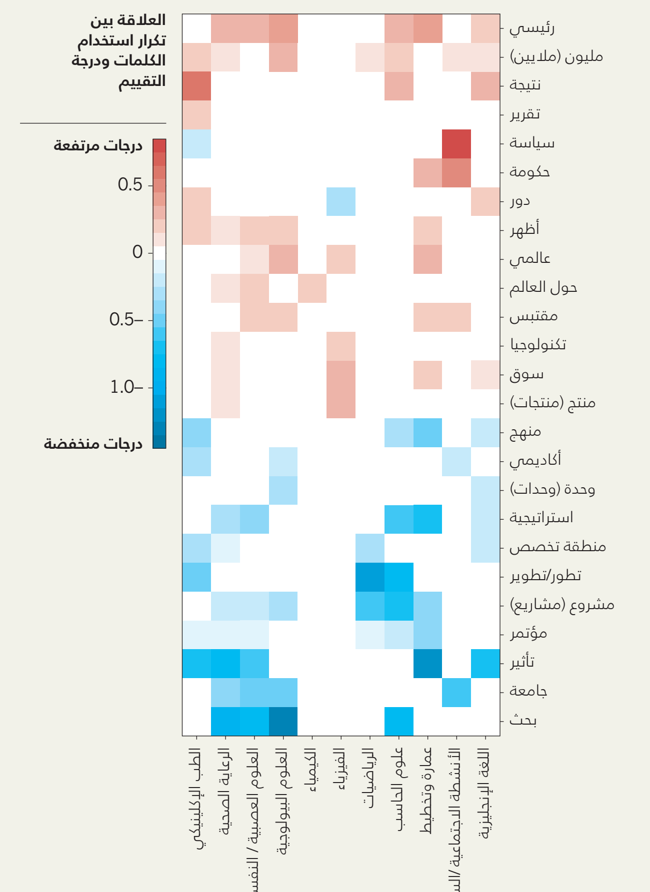
تكلّلت هذه الجهود بالوصول إلى مجموعة نتائج مبهرة، تفصح عنها ديانا هيكس، التي تدرس سياسات العلوم والتكنولوجيا في معهد جورجيا التكنولوجي في أطلانطا، قائلة إن «كل حكومة تريد معرفة الأثر المجتمعي لأبحاثها، إلا أن الصعوبة تكمن في أسلوب تنفيذ ذلك على نطاق واسع في ظل وجود دراسات حالة متفرقة، وهذا ما نجحت بريطانيا في حله عن طريق إنتاج مصدر هائل من البيانات والمعلومات».

يصف جوناثان جرانت، الباحث في السياسات العامة في كلية كينجز لندن، أسلوب السرد بدراسات الحالة «برؤية شاملة وعمق استثنائيين»، حيث تناول السرد بدءًا من الكيميائيين الذين يستخدمون جسيمات النانو لمنع البكتيريا من إتلاف خشب بارجة غارقة منذ القرن السادس عشر، حتى الاقتصاديين الذين يتحققون من تأثير إرسال النقود إلى الأسر الفقيرة في المكسيك وكولومبيا.

ولتوضيح المزيد من الأبعاد، طلبت دورية *Nature* من بول جينسبارج، الباحث في علم الفيزياء في جامعة كورنيل في مدينة إيثاكا بولاية نيويورك والخبير في أساليب التنقيب عن البيانات، إجراء تحليل إحصائي لِلُّغة المستخدمة في دراسات الحالة.

كلمات لها وقع

يقترح تحليل التنقيب عن البيانات أنه وفقًا لتقييم إطار التميز البحثي في المملكة المتحدة، تحصل دراسات الحالة التي تضم بغزارة كلمات مثل "رئيسي" و"مليون" على درجات تقييمية مرتفعة.



تدل قيمة (+0.5) على أنّ دراسات الحالة التي تذكر كلمة ما بضعف متوسط عدد مرات تكرارها حصلت على تقدير (0.5)، أي أكثر من المتوسط (علمًا بأن درجات التقييم تراوحت ما بين 1 و4)، وكانت الكلمات البارزة كلها مصطلحات عالية التكرار، وأظهرت علاقات لها دلالة إحصائية في عديد من المجالات. ويظهر 11 من بين 36 مجالًا في الرسم المبين هنا.
للاطلاع على صورة أكبر وعلى المنهجية المتبعة، توجه إلى الموقع الآتي: go.nature.com/jcvcod

SOURCE: PAUL GINSPARG/HEFCE

كَشَفَ عدد الكلمات كشفًا مبدئيًّا ومتوقَّعًا أن مصطلحي «بحوث، وتأثير» من المصطلحات الأكثر تكرارًا في العملية البحثية بمعدل ظهور يبلغ 200 ألف لمصطلح «بحث»، و135 ألف لمصطلح «تأثير»، وذلك بعد حذف أجزاء لغوية، مثل أداة التعريف «the»، أو أداة العطف «and». ومن المصطلحات التي تراسأت القائمة أيضًا نجد «التنمية؛ السياسات، والصحة. ومن اللافت للنظر أن المستندات ذكرت أسماء أكثر من 190 دولة، مقترِحةً أن البحث تناول نطاقًا جغرافيًّا ضخمًا.

بحث جينسبارج أيضًا عن علاقة لها دلالة إحصائية بين استخدام كلمات محددة، ومقدار الدرجات؛ فوجد عبر المجالات المختلفة أن النصوص المليئة بكلمات مثل «مليون؛ وسوق؛ وحكومة؛ ورئيس؛ ودولي» يمنحها محكّمو الأبحاث درجات عالية، علمًا بأن معيار التقييم تحدده «أهمية البحث، وتأثيره على أرض الواقع». وتوصَّل أيضًا إلى أن الإفراط في استخدام مصطلحات «كالمؤتمر؛ والجامعة؛ والأكاديمية؛ والمشروع» يؤدي إلى الحصول على درجات منخفضة (انظر: «كلمات لها وَقْع»).

تظن جيما ديريك، الباحثة في جامعة برونيل اللندنية، التي تدرس أسلوب تجميع دراسات الحالة وتقييمها، أن العلاقات الإحصائية لا تدل على المسبِّبات، لكن من المحتمل أنها تشير إلى تفضيل المحكّمين إلى سرد التأثير الاقتصادي تحديدًا. ويعلّق برايس، الذي يقول إنه توصَّل إلى اقتراحات مقنعة، يمكن أن تقدمها الجامعة إلى جهات التمويل، والشركاء الصناعين، والحكومات، والخريجين، بأن الشك ساوره حيال عنصر (التأثير)، لكن «أعتقد حاليًّا أنه أمر جيد».

يتساءل بعض الأكاديميين بالمملكة المتحدة عن الفرص المحتملة التي من خلالها قد يعطي عامل «التأثير» اختلافًا مهمًّا حيال أسلوب توزيع جهات التمويل الإقليمية للأموال. ولم تصدر المعادلة التي تربط بين تقييم الأداء والتخصيص المالي إلا في شهر مارس. ومن الواضح بالفعل أن الجامعات التي تفوقت تقليديًّا في تدقيق المخرجات الأكاديمية كجامعات أكسفورد، وكمبريدج، وإمبريال كولدج بلندن، تحصل على درجات مرتفعة على مستوى عنصر «التأثير».

أما على المستوى الدولي، فينتقد بعض الباحثين فكرة تحديد تأثير الفكرة البحثية باستخدام دراسات الحالة، بدلًا من تتبّع المزيد من الإجراءات الاقتصادية القابلة للقياس الكمّي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فجوليا لين ـ الباحثة في علم الاقتصاد في معاهد الأبحاث الأمريكية في العاصمة واشنطن، والرئيسة السابقة لبرنامج «ستار ميتريكس» STAR METRICS، التابع للحكومة الأمريكية، الذي يرصد المنافع الاقتصادية للأموال المُنفَقة على الأبحاث، بما في ذلك خلق الوظائف، وبراءات الاختراع، وانبثاق الشركات ـ تتعجب من أسباب قبول المجتمع العلمي لنظامٍ مجهد وحِرفي. وفي السابع والعشرين من يناير الماضي، اجتمعت مجموعة من الباحثين الأوروبيين – غالبيتهم من علماء الاقتصاد – في مدينة بروكسل في اجتماع رسمي يُعَدّ الأول من نوعه، من أجل تكاتف جهود تتبع الطريقة التي يقود بها تمويل العلوم إلى صناعة الثروة وفرص التوظيف في المجتمع. وتأثرت تلك الجهود بوجود برنامج «ستار ميتريكس».

سيظلّ التساؤل قيد النقاش عن فرص تَبَنِّي أي دولة لآليّة تقييم التأثير التي نفّذتها حكومة المملكة المتحدة. وفي هذا الصدد، يقول هيل: «نعرف بلادًا أخرى كثيرة مهتمّة بالاستفادة من تجربتنا». وأغلب البلاد التي طرحت تقييمًا عالميًّا لجودة الأبحاث عبر العالم، مثل أستراليا وإيطاليا، لا تضع في الحسبان عامل «التأثير». ومع ذلك.. ثمة حكومات، كحكومتي السويد وجمهورية التشيك، تفكران في اتباع منهج مماثل لإطار التميز البحثي.

وأخيرًا، إذا عدنا للحديث عن المملكة المتحدة، سنجد أن الباحثين الذين يستعدون لتقييم الأداء المفترض إجراؤه في عام 2020 تساورهم مشاعر مختلطة. فدوروثي بيشوب، الباحثة في العلوم العصبية النفسية في جامعة أكسفورد، توضح قائلة: «عندنا الآن الحافز لإجراء المزيد من الأبحاث القادرة على إنتاج دراسات حالة، أمّا اعتقادك بأنها آليّة فعالة أو رديئة، فيحكمه موضوع التخصص، لكن ما أخشاه حقًّا هو احتمال إضاعة المزيد من الوقت في تقييم تأثير نتائج ما أفعله، حيث سوف يجرفني هذا لمسار مختلف تمامًا». ■

ذكاء اصطناعي

خوارزميات «ديب مايند» تهزم البشر في ألعاب الفيديو الكلاسيكية

الحاسب الآلي القادر على التعلم من التجربة، سيزوِّدنا بطريقة لدراسة الذكاء البشري.

إليزابيث جيبني

كشفت شركة الذكاء الاصطناعي «ديب مايند»، التي تمتلكها «جوجل»، عن الطريقة التي استخدمتها في حاسوب واحد لإنشاء مجموعة من الخوارزميات التي يمكنها أن تشغل 49 لعبة من ألعاب الآركيد، بما في ذلك ألعاب العصر الذهبي التي سادت في فترة السبعينات، ككرة الطاولة وغزاة الفضاء. وأبرز الحاسب، فيما يزيد عن نصف هذه الألعاب، مهارة كافية للتغلب على لاعب بشري مُحترف.

مجموعة الخوارزميات هذه ـ التي أحدثت ضجة منذ نشر نسختها الأولية في عام 2013 ـ هي أول نظام ذكاء اصطناعي يُمكنه تعلّم مهام عديدة من جذورها من خلال الاعتماد على الحد الأدنى نفسه من المعلومات الابتدائية (V. Mnih *et al*. Preprint at http://arxiv.org/ abs/1312.5602; 2013). وفي هذا الإطار، يقول ناثان سبراج، الباحث في مجال التعلم الآلي في جامعة جيمس ماديسون في هاريسونبيرج بولاية فيرجينيا، إن «حقيقة امتلاك نظام واحد يمكنه تعلّم عدة ألعاب بدون أي تغيرات من لُعبة إلى أخرى هو أمر مبهر جدًّا».

تكشف شركة «ديب مايند»، التي يقع مقرّها في لندن، أن هذا النظام المستوحَى من طريقة تصرف المُخ يمكنه أيضًا أن يطرح تصورات حول الذكاء البشري. «فعلماء الأعصاب يدرسون الذكاء وعملية اتخاذ القرارات، وها هي منصة الاختبار المُلائمة جدًّا لهذه الأفكار»، حسبما أفاد ديميس هاسابيس، المؤسِّس المشارك لشركة «ديب مايند»، الذي يقدم بالتعاون مع زملائه وصفًا لخوارزميات في ورقة بحثية نُشرت الأسبوع الأخير من فبراير الماضي (V. Mnih *et al*. *Nature* **518**, 529– 533).

ومقام الألعاب عند باحثي الذكاء الاصطناعي شأنه كشأن ذباب الفاكهة عند علماء الأحياء، حيث إنها نظام منفصل للتحقق من صحة النظريات، كما يشير إليها ريتشارد ساتون، الباحث في علم الحاسب الآلي الذي يدرس تعزيز التعلم الآلي بجامعة ألبرتا في إدمونتون الكندية، ويقول إن «فهم العقل مسألة صعبة بشكل لا يصدق، لكن الألعاب تسمح لك بتقسيمه إلى أجزاء منفصلة يمكن دراستها». وحتى الآن، مُعظم خوارزميات أجهزة الكومبيوتر التي يُمكنها أن تهزم الإنسان تستطيع أن تتفوق عليك في لعبة واحدة فقط، مثل خوارزميات «ديب بلو» الخاصة بشركة آي بي إم، التي تغلبت على بطل العالم في الشطرنج، جاري كاسباروف، في عام 1997، فضلًا عن مجموعة الخوارزميات، التي كُشف عنها النقاب مؤخرًا، المسؤولة عن تشغيل لعبة البوكر «تكساس هولديم» Texas Hold 'Em بصورة مثالية (انظر: *Nature* http://doi.org/2dw; 2015).

تتبع براعة خوارزميات شركة «ديب مايند» من دمج نوعين من التعلُّم الآلي، وهو شيء يدعوه ساتون «بالإنجاز الكبير». والنوع الأول اسمه «التعلّم العميق»، الذي يستخدم بِنْيَة مُستوحاة من الدماغ، حيث تتعزز الوصلات بين طبقات الخلايا العصبية الصناعية بالاعتماد على الخبرة المُكتسَبة. ويمكن لنظم التعلم العميق أن تستنبط معلومات معقدة من مجموعات البيانات الكبير غير المُهيكلة (انظر: *Nature* **505**, 146-148; 2014). وتستخدم شركة «جوجل»، الكائنة في ماونتن فيو في ولاية كاليفورنيا، مثل هذه الخوارزميات في عملية التصنيف الآلي للصور الفوتوغرافية، فضلًا عن استخدامها في الترجمة الآلية.

أما النوع الثاني، فاسمه «التعليم المعزز»؛ وهو نظام لصناعة القرار، مُستوحَى من نظام معادلة الدوبامين في الناقلات العصبية داخل دماغ الحيوان كمؤشر دال على نيل مكافأة. وباستخدام بكسلات الشاشة، ومجموعة نقاط الفوز في اللعبة كمُدخلات، عرفت هذه الخوارزميات عن طريق التجربة والخطأ ماهيّة الإجراءات التي يجب اتخاذها في أي وقت من الأوقات، كالتحرك ناحية اليسار أو اليمين، أو إطلاق النار، كي تحصل على القدر الأكبر من المكافآت. وبعد أن أمضت الخوارزميات عدة ساعات في كل لعبة، استطاعت أن تتقن مجموعة من كلاسيكيات الآركيد، بما في ذلك ألعاب «سباق السيارات»، و«الملاكمة»، و«غزاة الفضاء».

NATURE.COM
لمشاهدة مقطع فيديو عن العاملين في شركة «ديب مايند»، قم بزيارة الموقع التالي:
go.nature.com/2kqata

يقول ساتون إن شركات مثل «جوجل» لديها مصلحة اقتصادية مباشرة في تطوير الذكاء الاصطناعي. ومن المُمكن أن تبين التطبيقات أفضل طريقة لوضع إعلانات الإنترنت، أو لتحديد أولويات القصص في مُجمّعات الأخبار. وفي الوقت نفسه، يقترح سبراج بأن هذه التقنية قد تُمكِّن الإنسان الآلي من حل المشكلات، عن طريق التفاعل مع بيئتها.

في ذلك الأمر، يؤدي العلم دور اللاعب الأساسي، كما يقول هاسابيس، لأن بناء نظم أكثر ذكاءً يعني مستويات فهم أعمق للذكاء، ويتفق الكثيرون في علم الأعصاب الحاسوبي على ذلك. ويوضح سبراج ـ الذي أنشأ نسخته الخاصة من خوارزميات «ديب مايند» ـ أن الذكاء الاصطناعي لا يمتّ بِصِلَة إلى علم الأعصاب على مستوى الروابط التشريحية بين الخلايا العصبية إلى حد كبير، لكن من المُمكن أن يقودنا إلى رؤى جدية على مستوى أعلى من مستويات المبادئ الحاسوبية.

يقول إيليا كوزوفكين، الباحث في علم الحاسب الآلي في جامعة تارتو في مدينة إستونيا، والمشارك في فريق الهندسة العكسية لكود «ديب مايند» منذ عام 2013، إن «الحِيَل التي نستخدمها لتدريب نظام برمجة ليست واقعية من الناحية الأحيائية، ولكن من المحتمل أن تؤدي المقارنة بين الاثنين إلى أفكار جديدة عن المُخ». ويشير إلى أن هناك دافعًا واحدًا محددًا وراء اختيار فريق «ديب مايند» نشر الكود الخاص بهم مع البحث، حيث يعود ذلك إلى إمكانية بناء مختبره، أو أي مختبر آخر على خلفية النتائج. ويضيف قائلًا إن «من الجَلِيّ أن الأبحاث المُموَّلة من هذه الصناعة تتحرك في الاتجاه الصحيح، فهي تشارك نتائجها مع الأوساط الأكاديمية.»

«من المحتمل أن تؤدي الحيل التي نستخدمها لتدريب نظام إلى أفكار جديدة عن المُخ».

اشترت شركة «جوجل» شركة «ديب مايند» في عام 2014 بمبلغ أربعمئة مليون جنيه استرليني (617 مليون دولار أمريكي)، وظلت تستقطب كبار باحثي علم الحاسب الآلي والأعصاب من الأوساط الأكاديمية، حتى زاد عدد الباحثين من 80 إلى 140 باحثًا، حتى وقتنا هذا.

من المُحتمَل أن تتأثر خطواتها القادمة مرة أخرى بعلم الأعصاب. فقد يركز أحد المشروعات على بناء خوارزميات من ذاكرة، لتسمح للنظام بأن ينقل ما تعلمه إلى مهام جديدة. فهي نقيض الطبيعة البشرية؛ فعندما يتقن النظام الحالي لُعبة معينة، يتقن بدوره أسلوب اللعبة الجديدة القادمة.

وهناك تحدٍّ آخر، يتمثل في محاكاة طريقة الدماغ في تقسيم المُشكلات إلى مهام أصغر. ويحاول حاليًّا نظام «ديب مايند» بكل إمكاناته أن يربط الإجراءات مع التداعيات بعيدة المدى، حيث إنها أحد أوجه القصور التي تمنعه، على سبيل المثال، من إتقان ألعاب المتاهات، مثل لعبة «مس باك مان» *Ms. Pac-Man*. ■

سباق اقتلاع جذور الحصبة

الإعلام الأمريكي يتناقل خبر انتشار الحصبة في «ديزني لاند»، والمرض لن يخمد شبحه حتى نقتلع جذوره من جميع بلاد العالم.

ديكلان باتلر

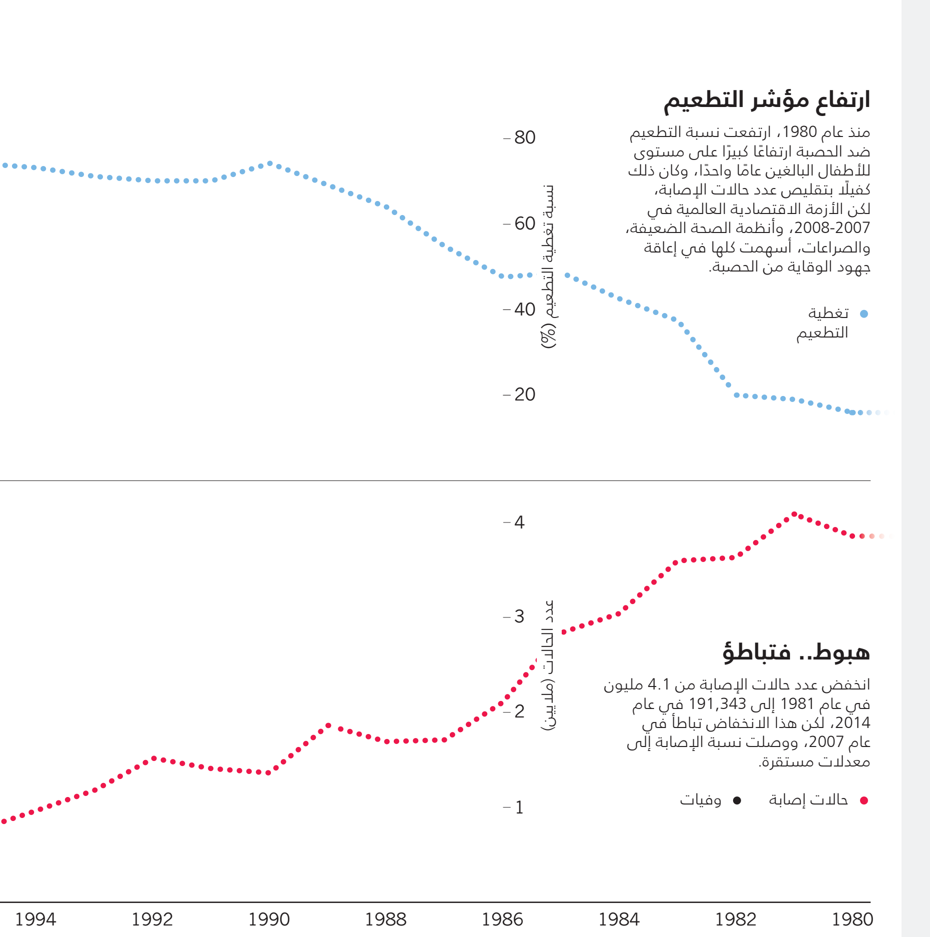
في ديسمبر الماضي، تأجّج الجدل في أمريكا حول انتشار مرض الحصبة مؤخرًا في مدينة ديزني لاند، الواقعة في جنوب ولاية كاليفورنيا. وركزت وسائل إعلام عديدة وسياسيون على حركة التطعيم ضد المرض، التي ينمو دورها في البلاد، إلا أن المشكلة الأكبر تقبع في مكان آخر. ففي عام 2000، أعلنت حكومة الولايات المتحدة أنها بلد خال من مرض الحصبة، وكانت جميع حالات انتشار الحصبة منذ ذلك الوقت تأتي من خارجها، حيث إن هذه الظاهرة سيستمر حدوثها، حتى اقتلاع جذور المرض من العالم أجمع.

حدّدت منظمة الصحة العالمية أهداف العام الحالي 2015، إلّا أن التقدم في إنجازها يسير ببطء (انظر: «أهداف في مأزق»). وبعد إنشاء مبادرة القضاء على الحصبة والحصبة الألمانية في عام 2001، انخفض عدد حالات الإصابات والوفيات، لكن التقدم في القضاء على المرض أخذ يتباطأ في عام 2007 (انظر: «هبوط.. فتباطؤ»)، وصاحَب هذا التباطؤ ركود في تغطية نفقات التطعيم في عام 2010، وقتما شهد العالم مرحلة من الانهيار الاقتصادي (انظر: «ارتفاع مؤشر التطعيم»). وحاليًّا، باتت منظمة الصحة العالمية تعترف بأن البلاد التي تقترب من تحقيق الأهداف المنشودة عددها قليل.

ربما يكون هناك ما يستدعي القلق بالفعل في الولايات المتحدة. ففي العام الماضي، ظهرت في الولايات المتحدة 644 حالة على مستوى 27 ولاية، وهو رقم مرتفع نسبيًّا منذ عام 2000. وإبان عام 2013، انخفض مؤشر تطعيم الأطفال بنسبة 2% منذ عام 2004 ليصل إلى 91%. ومع ذلك.. ظلت التغطية الكلية لعملية التطعيم مرتفعة، مقارنةً ببلدان أخرى (انظر: «تغطية التطعيم حول العالم»)، كما بقي عدد حالات الإصابة منخفضًا. وفي الانتشار الحالي للحصبة في الولايات المتحدة، بلغ عدد الحالات 121 حالة. وفي الصين، وصل عدد الحالات إلى 107 آلاف حالة، كما شهدت جمهورية الكونغو الديموقراطية 89 ألف حالة في عام 2013 (انظر: «أحداث التفشي الكبرى»). أما أعداد حالات الوفاة، فتتباين تبعًا للموقع الجغرافي (انظر: «ظروف مختلفة.. مرض مختلف»).

ودائمًا ما تُعتبر بؤر المرض الأخيرة هي أصعب مواضع استئصاله، مثلما كان الحال في تجربة اقتلاع جذور مرض شلل الأطفال، الذي كان «شبحه» يداهم الأطفال لسنوات عديدة. وإذا نجحت مبادرة القضاء على الحصبة والحصبة الألمانية في إعادة نسب التطعيم للمسار المطلوب عالميًّا، فلربما تلحق الحصبة بالجدري، حيث تُعَدّ الحصبة هي المرض الوحيد القاتل للبشر، الذي من المنتظَر أن تُقتلَع جذوره من عالَمنا. ■





ارتفاع مؤشر التطعيم

منذ عام 1980، ارتفعت نسبة التطعيم ضد الحصبة ارتفاعًا كبيرًا على مستوى للأطفال البالغين عامًا واحدًا، وكان ذلك كفيلًا بتقليص عدد حالات الإصابة، لكن الأزمة الاقتصادية العالمية في 2007-2008، وأنظمة الصحة الضعيفة، والصراعات، أسهمت كلها في إعاقة جهود الوقاية من الحصبة.

هبوط.. فتباطؤ

انخفض عدد حالات الإصابة من 4.1 مليون في عام 1981 إلى 191,343 في عام 2014، لكن هذا الانخفاض تباطأ في عام 2007، ووصلت نسبة الإصابة إلى معدلات مستقرة.

أحداث تفشي الإصابة الكبرى

ما شهدته الولايات المتحدة عقب الإعلان عن ظهور الحصبة وما ولّدته من حالة الجدل الحالية وضع بسيط جدًّا، مقارنة بوضع مماثل في بلدان أخرى

● = 100 حالة

2012

إندونيسيا	الهند	جمهورية الكونغو الديمقراطية
15,489	18,668	72,029

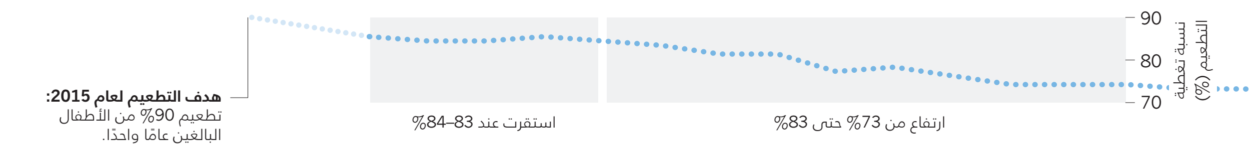
ظروف مختلفة، مرض مختلف

نسبة المُصابين الذين لقوا حتفهم (معدل الوفيات) تختلف تبعًا لعدة عوامل، بما فيها جودة الرعاية الصحية، والتغذية، والمناعة الطبيعية.

	معدل الوفيات
البلدان المتقدمة	<0.5%
معظم البلدان النامية	<6%
مستويات مرتفعة من سوء التغذية ونقص الرعاية الصحية الملائمة	<10%
حالات الطوارئ أو المناطق المعزولة التي لا يتمتع المصابون فيها بمناعة طبيعية قوية، أو لا يحصلون على تغطية نفقات منخفضة للتطعيم	<30%

SOURCE: WHO. DESIGN: JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أهداف في مأزق

حددت منظمة الصحة العالمية أهداف عام 2015، وتتلخص في تقليص عدد حالات الإصابة والوفاة، وتحسين تغطية نفقات التطعيم عن مستويات عام 2000، لكن من المحتمل ألا يتحقق أي من هذه الأهداف.

ما تحقق حتى الآن
67% إصابات أقل
75% وفيات أقل

هدف خفض نسبة الإصابة لعام 2015
أقل من 36,500 حالة إصابة حول العالم

هدف خفض معدل الوفيات لعام 2015
أقل من 26,750 حالة وفيات

عدد الحالات (ملايين): 1.0، 0.8، 0.6، 0.4، 0.2، 0

منطقة مكبرة

2014، 2012، 2010، 2008، 2006، 2004، 2002، 2000، 1998، 1996

معطيات قاتلة

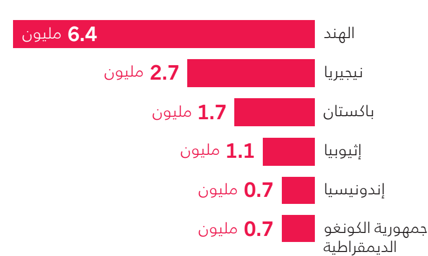
هبط عدد الوفيات حول العالم، ثم تباطأت وتيرة الهبوط مع انخفاض عدد حالات الإصابة. وبإصابة 145,700 حالة، زاد عدد الوفيات في عام 2013 زيادة طفيفة عن عام 2007. سبب وفاة عدد من الأشخاص بمرض الحصبة يرجع إلى عدة عوامل (انظر 'ظروف مختلفة.. مرض مختلف').

2013 ◄ | 2014 ◄

البلد	العدد
الصين	26,883
نيجيريا	52,852
جمهورية الكونغو الديمقراطية	88,381
فيتنام	17,267
الفلبين	57,564
الصين	107,024
الولايات المتحدة الأمريكية	121

معدلات تطعيم منخفضة

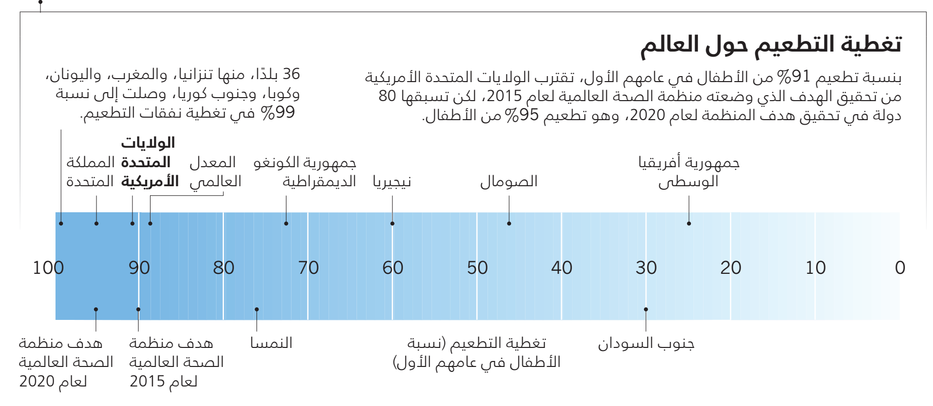
ست دول لديها ما يزيد على ثلاثة أخماس نسبة الأطفال الذين لم يحصلوا على تطعيم ضد الحصبة بعد تسعة أشهر من ميلادهم، وبلغت نسبتهم 21.5 مليون طفل تقريبًا



تغطية التطعيم حول العالم

بنسبة تطعيم 91% من الأطفال في عامهم الأول، تقترب الولايات المتحدة الأمريكية من تحقيق الهدف الذي وضعته منظمة الصحة العالمية لعام 2015، لكن تسبقها 80 دولة في تحقيق هدف المنظمة لعام 2020، وهو تطعيم 95% من الأطفال.

36 بلدًا، منها تنزانيا، والمغرب، واليونان، وكوبا، وجنوب كوريا، وصلت إلى نسبة 99% في تغطية نفقات التطعيم.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكواكب القزمة
حكاية رحلتين فضائيتين

مركبة الفضاء دون DAWN في رحلة

إلى كوكب سيريس: سيحلل مسبار ناسا أكبر الأجسام المجهولة في المنظومة الشمسية الداخلية

الإطلاق: 27 سبتمبر 2007

الهدف: حزام الكويكبات

كاميرا إطارية

مقياس طيف مرئي وتحت أحمر

كاشف أشعة جاما ونيوترونات

محرك أيوني

مصفوفة شمسية
يبلغ حجم الواحدة (8.3 م × 2 م)، وطاقتها 10 كيلو وات

سباق حتى النهاية

بقي المسباران في الفضاء لمدتين متساويتين، لكنهما قطعا مسافتين مختلفتين تمامًا.

رحلة دون

التحليق بجوار المريخ في 2009

في مدار فيستا من 16 يوليو 2011 حتى 5 سبتمبر 2012

في مدار سيريس: دخول حقل الجاذبية في 6 مارس 2015

2007 — 2015

المسافة من الأرض إلى الشمس= 1 (وف)
(1 وف = 150 مليون كم)

الأرض 1 وف

المريخ

حزام الكويكبات

المشتري، 0.8 مليار كم، 5.2 وف

زحل، 1.4 مليار كم، 9.5 وف

2006

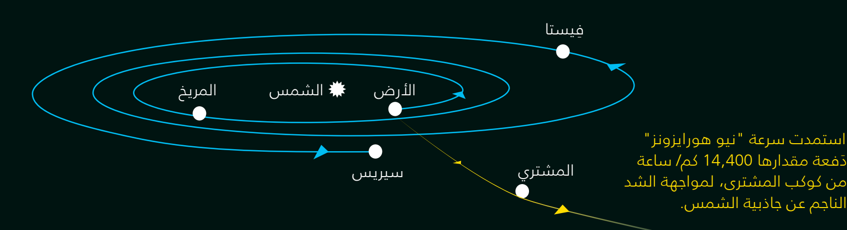
رحلة نيو هورايزونز

سرعة الإطلاق: 58,000 كم/ساعة

تحليق بجوار المشتري: 28 فبراير 2007

رحلتان مختلفتان

سافرت المركبة "دون" باستخدام مزيج من الدفع والتطواف في طريقها إلى حزام الكويكبات، في حين أن "نيو هورايزونز" انطلقت تقريبًا بقوة الدفع المباشر متجهة إلى بلوتو.



استمدت سرعة "نيو هورايزونز" دفعة مقدارها 14,400 كم/ساعة من كوكب المشترى، لمواجهة الشد الناجم عن جاذبية الشمس.

الأجرام موضوع الاهتمام

سيريس وبلوتو كوكبان قزمان، لكن النظرة الأولى تبين أن ثمة أشياء قليلة مشتركة بينهما.

القمر
قطره يساوي 3,474 كم

فيستا
520 كم

كويكب صخري ذو فوهة ضخمة في قطبه الجنوبي

سيريس
950 كم

9 ساعات أرضية

الجو:
لطيف، متقلّب، رطب

درجة الحرارة:
من −70° إلى −140°

السطح:
صخري، ربما مع وجود جليد مدفون

حقائق مهمة عن كوكب سيريس:
- اكتشفه جيسبي بيازي في عام 1801.
- أكبر جسم في حزام الكويكبات

أسئلة:
- ما مقدار الماء فيه؟
- هل كان صالحًا للحياة في وقت ما؟

BY ALEXANDRA WITZE / ILLUSTRATION BY NIK SPENCER

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عام الكوكب القزم! في عام 2015، سيلقي العلماء أول نظرة عن كثب على صخرتين من أكبر الصخور الصغيرة في المنظومة الشمسية. وستحلق المركبة "دون" خلف سيريس في حزام الكويكبات بين كوكبي المريخ والمشتري. أما "نيو هورايزونز"، فستمر على بلوتو، الكوكب السابق المغمور الذي يدور حول الامتدادات الواقعة وراء كوكب نبتون. وتبشرنا المهمتان بأنهما ستكشفان النقاب عن مفاجآت، يمكن أن تعيد تعريف رؤية الفلكيين لهذين الجسمين الصغيرين.

تكلفة المهمة

المركبة دون
450 مليون دولار

المركبة نيو هورايزونز
700 مليون دولار

2 م
8.3 م
مقارنة الحجم

SOURCE: NASA/JPL/JHUAPL

نيو هورايزونز إلى بلوتو

هدف مهمة "ناسا" هو الذهاب إلى أقاصي المنظومة الشمسية لجمع بيانات عن كوب قزم ناء.

الإطلاق: 19 يناير 2006

الهدف: حزام كايبر

كاشف الجسيمات النشطة

مولد حراري للنظائر المشعة
يستمد طاقته من انحلال 10.9 كجم من ثاني أكسيد البلوتونيوم 238.

جهاز رصد الرياح الشمسية

مطياف الأشعة فوق البنفسجية

تليسكوب

عداد غبار
(من تصميم الطلاب)

كاميرا مسح مرئية/ بالأشعة تحت الحمراء

تشغيل أجهزة نيو هورايزونز

بلوتو/قمر شارون
(5 مليار كم، 33 وف)

نبتون
(4.5 مليار كم، 30 وف)

أورانوس
(2.9 مليار كم، 19.2 وف)

إلى حزام كايبر

2015

التحليق بجوار بلوتو/ قمر شارون:
سيكون في 14 يوليو 2015.
مدة جمع البيانات العلمية المهمة لن تزيد على 24 ساعة.

تستغرق إشارة تسير بسرعة الضوء 4.5 ساعة للوصول من هذه النقطة إلى الأرض

وماذا عن تعريف المصطلح؟

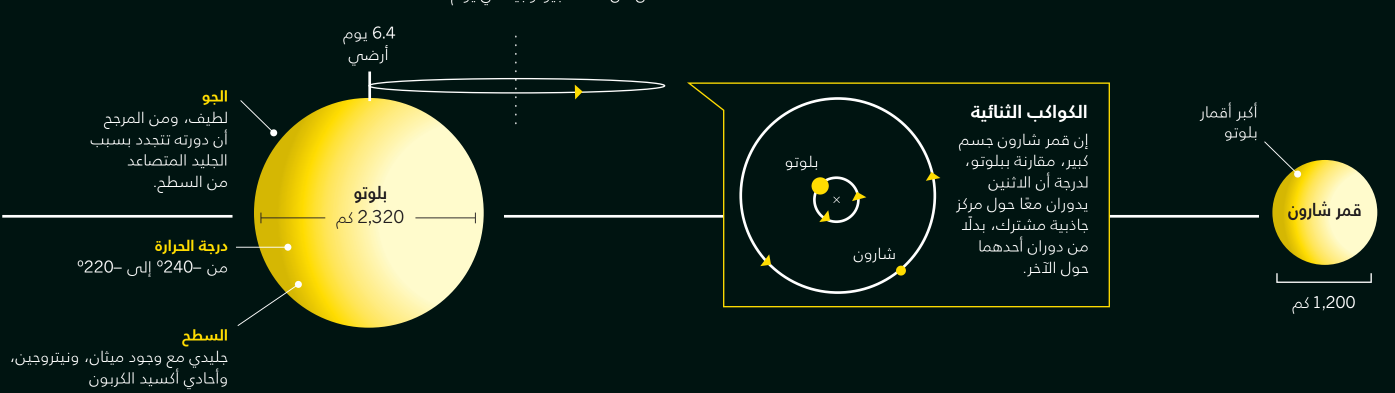
من أقصر طرق إثارة نقاش بين الباحثين في المنظومة الشمسية طرح تعريف مصطلح "كوكب". وطوال عقود من الزمان، اعتقد الباحثون أن بلوتو هو الكوكب التاسع في المجموعة الشمسية؛ لكن في عام 2006، وبعد اكتشاف أجرام حزام كايبر الكبيرة، أعاد الاتحاد الفلكي الدولي تعريف مصطلح كوكب. وهذه الصفة (كوكب) لم تعد منسوبة إلى بلوتو، لأن جاذبيته غير قادرة على إزاحة الأجسام الكبيرة من مداره.ومن ثم، ينتمي بلوتو وسيرس الآن إلى فئة الكواكب الأقزام المكوّنة حديثًا، ويمكنهما أن تتخذ مدارًا في منطقة تحتوي على أجرام مماثلة لها.

معلومات مهمة عن بلوتو:

- اكتشفه كلايد تومبو في عام 1930.
- أول جسم معروف من حزام كايبر

أسئلة:

- كيف يبدو سطحه الجليدي؟
- هل كان نشطًا جيولوجيًّا في يوم ما؟



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رؤيــة ثــاقـبـة

باستخدام تقنيات مأخوذة من علم الفَلَك، يطوِّر الفيزيائيون طرق الرؤية من خلال الوسائط المعتمة، مثل الأنسجة الحية.

زيّا ميرالي

في البداية، بدت الفكرة لألارد موسك نموذجية بشكل خيالي. ففي عام 2007، كان موسك يعمل مع إيفو فيليكوب، الطالب في مجموعته البحثية في جامعة تفينتي في مدينة إنشيده الهولندية، على تسليط شعاع من الضوء المرئي خلال «جدار صلب»، مكوناته هي شريحة زجاجية مغطاة بطلاء أبيض، ثم تركيز الضوء على الوجه الآخر من الجدار. ووقتها، لم يتبلور في عقلهم استخدام محدَّد لهذا الأمر، إلا أن موسك «أراد فقط تجربة هذا الأمر، لأنه شيء لم نجربه قط». في واقع الأمر، لم يتوقع الباحثون أن يلتقطوا أكثر من صورة ضوئية ضبابية وخافتة.

فيما بعد، اتضح أن أولى محاولاتهم[1] أوصلتهم إلى تجويف ضوئي حاد، درجة سطوعه أكبر مئة مرة من توقعاتهم. ومن شدة المفاجأة، أخذ موسك يصيح بأن «هذا لا يحدث في اليوم الأول من تجربتك. ظننا أننا ارتكبنا خطأ، وأنه لا بد من وجود ثقب ما في الجدار، يمر الضوء من خلاله!»، لكن لم يكن هناك أي ثقب. ومن ثم، أصبحت تجربتهم هي الأولى بين دراستين مستقلتين[1,2] تم إجراؤهما هذا العام؛ لتتبوأ ريادة الأبحاث التي تكشف طرق الرؤية عبر الحواجز المعتمة. صحيح أن تجربتهم ما زالت قيد الاختبار، إلا أن خطوات التقدم فيها سريعة، حيث تمكّن باحثون من الحصول على صور واضحة من خلال أنسجة رقيقة، مثل أُذن الفأر[3]، كما يحاولون التبحر في أعماق هذا الأمر. وإذا



ILLUSTRATION: VIKTOR KOEN

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

استطاع الباحثون مواجهة تحديات التجربة الشاقة، كالتعامل مع الأنسجة التي تتحرك أو تتمدد، ستكشف الأيام المقبلة عن استخدامات محتملة لهذه التجربة. وعلى سبيل المثال.. صور الضوء المرئي التي تصدر من أعماق الجسم الصلب قد لا تجعلنا في حاجة إلى سحب عيِّنة من الأنسجة الداخلية؛ وتركيز ضوء الليزر قد يساعد أيضا في علاج تمدد الأوعية الدموية في الدماغ، أو في علاج الأورام المتعذر علاجها جراحيًّا، دون الحاجة إلى عملية جراحية من الأساس.

في هذا الصدد، يقول لي هونج وانج ـ مهندس الطب الحيوي في جامعة واشنطن في مدينة سانت لويس بولاية ميزوري ـ إنه «منذ عشر سنوات، لم يتخيل أحد الحصول على مستوى صورة عالي الدقة يقل عن سنتيمتر واحد في الجسم باستخدام الضوء المرئي، إلا أن الأمر صار حقيقة. وأؤمن، حتى لو نعتوني بالجنون، أننا في نهاية المطاف سنتمكن من تصوير الجسم بالكامل باستخدام الضوء المرئي».

مصدر ثري

من الممكن بالفعل النظر داخل الجسم باستخدام الأشعة السينية والموجات فوق الصوتية، لكن الصور التي تنتجها هذه الأدوات تعتبر أولية، مقارنة بالصور التي من المفترض أن تصدر باستخدام الضوء المرئي. ويرى وانج أن السبب وراء ذلك يرجع جزئيًّا إلى تمتع صور الضوء المرئي بدقة عالية في أغلب الأوقات، ويعزو السبب في ذلك أيضًا إلى موجات الضوء التي تتفاعل بقوة مع الجزيئات العضوية، فتنتقل مع الموجات المنعكسة بيانات عن التغيرات البيوكيميائية، والشذوذ الخلوي، ومستويات الجلوكوز والأكسجين في الدم.

ومع ذلك.. فهذه التفاعلات تجعل الضوء المرئي أيضًا عرضة للتشتت والامتصاص. فالامتصاص سيبدد أي محاولة تصوير، لأن المعلومات التي التقطتها الفوتونات ستضيع بمجرد امتصاصها في المواد؛ أما التشتت، فيحافظ على بصيص من الأمل، حيث إن العديد من المواد، كالجلد، أو الطلاء الأبيض، أو الضباب، تصير أجسامًا «معتمة» فقط بسبب الفوتونات التي تمرر شظية ضوئية خلال هذه الأجسام، حتى يرتد الضوء ارتدادًا تامًّا. ومن حيث المبدأ، يمكن إعادة الضوء إلى مساره، لأننا لم نفقده.

لقد حل علماء الفلك بالفعل نوعًا من تلك المشكلات المتعلقة بالتشتت باستخدام تقنية تُسمى البصريات التكيفية، التي تتيح لهم معالجة تشوهات صور النجوم والكواكب والمجرّات من التشتت الضوئي في الغلاف الجوي (انظر: *Nature* **517**, 430–432; 2015). والفكرة الأساسية هي جمع الضوء من نجم واضح مرجعي، ثم استخدام اللوغاريتمات في تقدير النسبة التي أدى الجو فيها إلى تشويش الصورة النقطية، وعدم وضوحها. بعد ذلك، تضبط اللوغاريتمات مرآة متخصصة في تعديل الأشكال، بحيث تلغي التشوهات الجوية عن طريق تحويل صورة النجم الدليلي إلى نقطة، وفي الوقت ذاته تجلب صور الأشياء البعيدة الأخرى إلى نقطة تركيز شديدة الوضوح.

تتسم هذه التقنية ـ للأسف ـ بصعوبة تطبيقها على الجسم البشري، إذ إن الأهداف في عمق الأنسجة البيولوجية لا تلمع كالنجوم، التي يجب أن تكون مضاءة من الخارج؛ كما أن معدل التشتت تزداد كثافته زيادة كبيرة عن معدل تشتت الضوء في الغلاف الجوي. لذلك.. يقول أوري كاتز، الباحث في الفيزياء البصرية في معهد لانجفن الباريسي: «سنحتاج إلى ما يعادل المرآة المعدلة للشكل ذات مليارات الجزيئات المتحركة؛ لتعويض التشتت الناجم عن قشرة البيضة». كان موسك وفيليكوب لا يتخطى أملهما حدود النجاح منذ بدء التجربة، إلا أن قلبيّ الثنائي حملا آمالًا عظيمة، بفضل التقدم التكنولوجي. ويذكر موسك أنه «حتى وقت قريب، كان من غير الطبيعي منطقيًّا التحكم في مليون بكسل، إلا أن في عام 2007 أصبحت الهواتف الذكية تقوم بذلك».

لذا.. استخدما جهاز «معدل الضوء الحَيِّزي»، وهو جهاز مماثل لشاشة العرض البلوري في الهاتف، يمكنه التحكم في نقل أجزاء مختلفة من شعاع الليزر، عن طريق تأخير جزء واحد مرتبط بجزء آخر. وأطلقوا شعاع الليزر من خلال الجهاز في اتجاه الشريحة الزجاجية المطلية، ووضعوا مكشاف وراء الشريحة، ثم استخدموا الكمبيوتر لمراقبة كمية الضوء التي التقطها المكشاف. بعد ذلك.. أضاف الكمبيوتر فترات التأخير التي حدثت عند كل بكسل من معدل الضوء الحّيِّزي، وطرحها من المعادلة، ثم طبّق عملية التجربة والخطأ؛ لمعرفة ما هو التغير الذي يقلل من تشتت ضوء الليزر أثناء مروره خلال الشريحة. كان الهدف من هذا الأمر فعليًّا هو محاولة كسر الضوء الوارد الذي سيلغيه الحاجز المعتم تمامًا، فاستخدم موسك وفيليكوب المعدلات اللوغاريتمية لأكثر من ساعة؛ وعند ضبطها، توصّلا إلى نتيجة مخالفة لجميع توقُّعاتهما. فقد وجدا تركيزًا ضوئيًّا، كثافته تزيد ألف مرة عن إشارة الخلفية[1]. ومن ثم، عَلَّق كاتز قائلًا: «تجربة موسك وسّعت مداركنا... وغيَّرت النموذج الأساسي لاستخدامات الضوء المرئي».

بعد النجاح الذي تحقق، عرف موسك أن هناك عملًا مماثلًا انتهى منه مهندس بيولوجي، اسمه تشانج هويا يانج، وفريقه البحثي في معهد كاليفورنيا التكنولوجي في مدينة باسادينا. استخدم هؤلاء الباحثون تقنية مختلفة لتركيز الضوء البصري المشتت، ومادة معتمة مختلفة، وهي بمثابة شريحة رقيقة من صدور الدجاج[2]. وقد اندهشوا أيضًا من سهولة القيام بهذا الأمر. يقول يانج إنه وضع في حسبانه قضاء ستة أشهر في العمل على هذه التجربة؛ و«إذا لم تنجح؛ سنضمّها إلى قائمة خبرات الماضي.. إلا أن الأمر في الواقع لم يكن صعبًا».

بعد فترة وجيزة من نشر البحثين، عَجّ هذا المجال بفيزيائيين آخرين، راغبين في المشاركة، من بينهم جاكوبو بيرتولوتي، باحث الفيزياء البصرية، الذي انضم إلى موسك في عام 2010. ويصرح بيرتولوتي من موقعه الآن في جامعة إكستر بالمملكة المتحدة بأنه كان مفتونًا «بجمال التجربة» والقدرات التي ستدعم بها التصوير الطبي، لكنه يمكن أن يقول إن هذا الهدف لا يزال بعيد المنال.

كانت المسألة الأولى التي واجهت بيرتولوتي هي هيكل تجربة موسك الأصلي الذي يتطلب كاميرا تُوضع خلف السطح المُعتم. وهذه مشكلة في التطبيقات الطبية، لأن وضع كاميرا تحت الجلد قد يتطلب عملية جراحية اختراقية، وخطيرة، ونادرًا ما تستحق المخاطرة. وفي عام 2012، ابتكر بيرتولوتي وموسك وزملاؤهم وسيلة لوضع كل من مصدر ضوء الليزر والمكشاف أمام السطح[4].

> **«حتى لو نعتوني بالجنون، أؤمن بأننا في نهاية المطاف سنتمكن من تصوير الجسم بالكامل باستخدام الضوء المرئي».**

كان هدفهم تصوير الحرف اليوناني (π) في صورة فلورية، حيث يبعد خمسين مايكرومترًا من شاشة معتمة رقيقة، ويستتر وراءها. على هذا النحو، كان الهدف تقريبًا في حجم الخلية، ويتشابه مع التقنيات الطبية التي تنطوي على حقن الأصباغ الفلورية في الأنسجة الحية؛ للمساعدة في التصوير. عندما تم تشغيل الليزر، أخذت الفوتونات في الارتداد خلال طريقها عبر الشاشة، فصدرت إضاءة متبعثرة لحرف (π) الفلوري. أما الضوء المنعكس عن الحرف، فسيأخذ طريق عودته خلال الشاشة، وسيصدر نموذج تصويري ضبابي ومنقَّط على الجانب الآخر. وهذا الأمر برمته أشبه بمحاولة رؤية الحرف من خلال ستارة الحمّام.

وحتى الآن، لا يزال شكل الحرف مُشفّرًا في الضوء المشتت. ولاسترداد هذا الشكل، سجَّل الفريق هذا التصوير المنقَّط، وحركوا الليزر؛ ليسطع ضوؤه من زاوية مختلفة، ثم سجّلوا التصوير المنقَّط من جديد[4]. وبتكرار ذلك عدة مرات، ومقارنة أنماط التصوير نقطة بنقطة، من الممكن أن يكشف جهاز الكمبيوتر العلاقة بين هذه الأنماط التصويرية. ومن ثم، نعمل بطريقة عكسية لإعادة بناء حرف (π) المخفي.

لا شك أن ما تَحقق في حد ذاته يُعَدّ إنجازًا في رأي بيرتولوتي، إلا أنه لم يرتق بعد إلى مستوى مقبول، حيث إنه «يعمل فقط إذا كان الجسم المراد تصويره مستقرًّا على الجانب الآخر من الوسط المشتت». وفي المقابل، على مستوى عديد من التطبيقات الطبية، كتصوير قاع الدماغ أو الأوعية الدموية الداخلية، يكون فيها الهدف محجوبًا داخل الأنسجة.

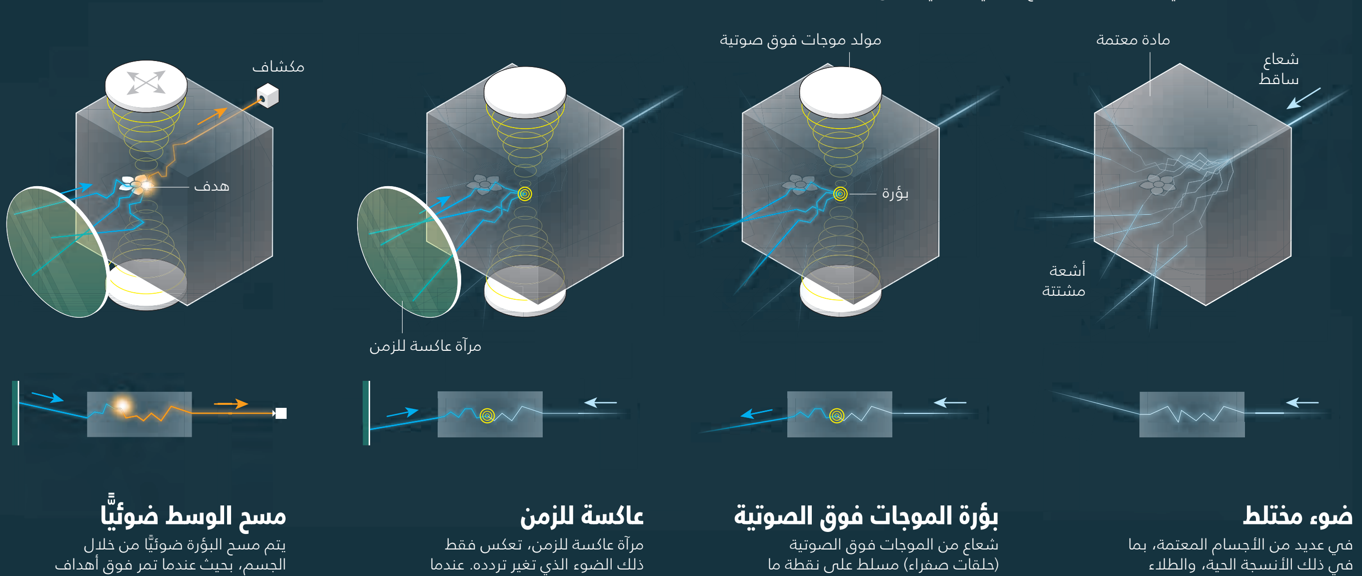
عن ظهر قلب

قررت مجموعات بحثية، من بينها مجموعتا يانج ووانج، خوض تحدِّي التصوير داخل الوسط المُشتت. ففي عام 2013 ـ على سبيل المثال ـ حقَّق فريق يانج هذا الإنجاز بدقة تفاصيل لم يسبق لها مثيل، حيث التقط صورة فلورية لخرزة بدقة مايكرومتر واحد فقط، محشورة بين طبقتين صناعيّتين معتمتين[5].

نجح يانج، بالتعاون مع بنيامين جودكويتز ـ الباحث في علم الأحياء ـ وباقي الفريق البحثي في تحقيق ذلك عن طريق إضاءة الوسط، والسماح للضوء بالارتداد خلال طريقه إلى الجانب الآخر، ثم عكسه مرة أخرى بمرآة «ارتداد الزمن»، وهو الأمر الذي يفرض على كل شعاع ضوئي تَقَفِّي مساره تقفيًا دقيقًا. وهذه التقنية، على الرغم من نجاحها، ستقضي على كافة أشكال التشتت. لذا.. وجَّه الفريق اهتمامه إلى شعاع الموجات فوق الصوتية ـ الذي لا يتشتت ـ عند تسلطه على نقطة واحدة في المنتصف، علمًا بأن تردد أي ضوء مرئي صادف مروره من عند هذه البؤرة سيتغير تغيرًا طفيفًا.

الصوت والضوء

طريقة واحدة للرؤية داخل الأجسام المعتمة عن طريق الجمع بين الموجات فوق الصوتية، باستخدام نظام مرآة عاكسة للزمن، الأمر الذي يفرض على كل شعاع ضوئي التفقي الدقيق لأثره.



ضوء مختلط
في عديد من الأجسام المعتمة، بما في ذلك الأنسجة الحية، والطلاء الأبيض والضباب، لا يُمتص الضوء في حقيقة الأمر، بل ببساطة يرتد داخل أنحاء المادة، حتى تتداخل موجاته تمامًا ليشكل صورة.

بؤرة الموجات فوق الصوتية
شعاع من الموجات فوق الصوتية (حلقات صفراء) مسلط على نقطة ما داخل الجسم.
وأي ضوء يصادف ارتداده من خلال هذه النقطة سيتغير تردده تغيرًا طفيفًا (الأشعة الزرقاء)

عاكسة للزمن
مرآة عاكسة للزمن، تعكس فقط ذلك الضوء الذي تغير تردده. عندما يقتفي الضوء مساره ليمر خلال بؤرة الموجات فوق الصوتية، يضيف طاقته إلى الضوء القادم خلال مساره الأول.

مسح الوسط ضوئيًّا
يتم مسح البؤرة ضوئيًّا من خلال الجسم، بحيث عندما تمر فوق أهداف تحمل الصبغة الفلورية، ترسل هذه الأهداف وهجًا يمكن كشفه، مما يمكّن الباحثين من رسم خريطة للمناطق الداخلية.

JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE

على مستوى آخر، أعد الباحثون مرآة ارتداد الزمن، بحيث تعكس فقط الضوء الذي تعرض لهذا التغيير في التردد. كانت النتيجة صدور شعاع دقيق، ومعكوس زمنيًّا، يمر تلقائيًّا مرة أخرى من خلال البؤرة، ويضيف طاقته إلى ضوء المسار الأول. حوّل هذا تركيز الموجات فوق الصوتية إلى بقعة ذات كثافة إشعاعية عالية نسبيًّا، أشبه «بشعلة داخل الجدار»، حسبما أفاد جودكويتز، الذي يعمل حاليًا في مستشفى جامعة شاريتيه في برلين. أما النتيجة الأكثر إرضاءً، فتلخصت في إمكانية نقل تركيز الموجات فوق الصوتية من داخل الوسط، مثلما مرّ فوق الخرزة المحشورة، فأبرزها في صورة فلورية (انظر: «الصوت والضوء»).

ومع ذلك.. لا يزال هناك شوط طويل أمام هذه التقنية لرؤية الطبقات العميقة من الأنسجة، التي تشكل تحديًا آخر أصعب من ذلك بكثير، حيث إنها تميل إلى التحرك باستمرار، نتيجة لتدفق الدم والتنفس. ويرى ماتياس فينك ـ الباحث في علوم الفيزياء في لانجيفين، الذي صار من رواد إصدار من إصدارات تقنية ارتداد الزمن في تسعينات القرن الماضي باستخدام الموجات فوق الصوتية فقط[6] ـ أن «استخدام هذه التكنولوجيا في الطب ما زال يبعد عنا بكثير، لأن هذه التقنيات لا تعمل إلا إذا كان زمن وسط التشتت ثابتًا تمامًا». وغالبية المجموعات قلّصت توقيت ساعة موسك الأصلية إلى ما يقرب من عشرات الثواني، كما يذكر كاتز، وهذا جيد لتصوير حَبّة أو حرف (π)، وليس لتصوير ورم في الجسد.

في العام الماضي، توصّل فريق بحثي بقيادة سيلفان جيجان، الفيزيائي في مختبر كاستلر بروسل في باريس ـ بما في ذلك كاتز وفينك ـ إلى طريقة إعادة بناء صورة لجسم محجوب، من خلال لقطة كاميرا واحدة[7]. ويصف جيجان الأمر بأنه «يشبه السحر عندما ترى تجمع المعادلات اللوغاريتمية لتكوين الصورة النهائية».

يوافق وانج على أن السرعة هي جوهر المسألة، حيث يقول إن «كل شيء في حركة، وليس لدينا سوى متسع زمني يمتد إلى ميلّي ثانية لتكوين صورة». وفي بحث نُشر في يناير الماضي[3]، تمكّن وانج وفريقه من الحصول على صورة عبر سرعة أقل من 5.6 ميلّي ثانية، وذلك شيء «سريع بما فيه الكفاية بالنسبة لالتقاط صورة مختارة من وسط حيوي». وبالغضافة إلى ذلك.. كان هدفهم مصنوعًا من جيلاتين ملطخ بالحبر، ومحشورًا بين أذن فأر مُخدَّر، وناشر أرضي من الزجاج. ويفصح بيرتولوتي أن نجاح التجربة مع فأر حي أمر مثير للإعجاب، رغم أنه يشير إلى أن «الانتقال من تصوير أذن الفأر، الرقيقة نسبيًّا، إلى تصوير جلد الإنسان ولحمه لا يزال يحتاج الكثير من العمل الإضافي».

يضيف بيرتولوتي أنه اعتبارًا من اليوم لم تعد هناك طريقة تصوير أفضل من البقية.. فكلٌّ له مزاياه وعيوبه، «وبدلًا من تطوير أسلوب واحد يناسب كل شيء، أعتقد أننا سوف نطور مجموعة من التقنيات التي يمكن يومًا ما أن تجتمع في جهاز واحد.. ولا أعرف ما السرعة المحتملة لإتمام ذلك، لكن هذا مجتمع حديث العهد، وأمواج حركته سريعة، ولذلك.. يمكن أن نتوصل إلى جهاز كهذا في غضون بضع سنوات».

من الممكن للتقنيات التي يطورها المهندسون البيولوجيون والفيزيائيون من أجل الاستخدام الطبي أن تمتد لخدمة أغراض أخرى. فموسك ـ على سبيل المثال ـ يعتقد أن هذه الأساليب يمكن أن تكون أداة لإحياء الفن، حيث إن «معظم الرسامين يرسمون أعمالهم في عدة طبقات، والطبقات السفلى يمكنها أن تؤثر على عمر اللوحة كيميائيًّا وفيزيائيًّا. ولذلك.. من المهم أن نتعرف على الحالة الداخلية، إذا كنت تريد الحفاظ على عملك».

وإضافة إلى ذلك.. من الممكن للطرق المستخدمة ـ التي تمنع تشتت الضوء ـ أن تساعد في صناعة الاتصالات، من أجل القضاء على التداخل الموجي الناتج عن تشتت الضوء في الألياف البصرية. ولا شك أن هذه التقنية ستخدم عميلًا آخر خدمة كبيرة. وهذا العميل هو القوات المسلحة، حسبما يقول فينك. ويرى فينك أن تلك التكنولوجيا يمكن استخدامها لكي يرى الجنودُ العدوَ من وراء الحواجز الفاصلة، عبر درع محمول، إمّا شاشة مادية، أو رذاذ ضبابي. ويستطرد قائلًا إن «الأمر ليس كالتَّخَفِّي؛ فهو يعطيك فرصة رؤية الآخرين، دون أن يلاحظوا ذلك».

أخيرًا، تشحذ همة علماء هذا المجال عندما يطلقون العنان للتفكير في آفاق هذا الحقل العلمي اليافع. ويحرص جيجان، شخصيًّا، على ألا يحجب التطبيقات التي توصل إليها، ويعلل ذلك بأنه «وقتما حرصنا على إخبار العامة بما نفعله، ثمة شخص كان يسأل عن إمكانية التوصل إلى تطبيق على الهاتف الذكي يسمح بالرؤية من خلال ستائر الحمام... وهذا شيء نستطيع أن نفعله بالتقنيات التي توصلنا إليها، إلا أن ذلك ليس مقصدنا». ■

زيّا ميرالي كاتبة مستقلة، تقيم في لندن.

1. Vellekoop, I. M. & Mosk, A. P. *Phys. Rev. Lett.* **101,** 120601 (2008).
2. Yaqoob, Z., Psaltis, D., Feld, M. S. & Yang, C. *Nature Photon.* **2,** 110–115 (2008).
3. Liu, Y. *et al. Nature Commun.* **6,** 5904 (2015).
4. Bertolotti, J. *et al. Nature* **491,** 232–234 (2012).
5. Judkewitz, B., Wang Y. M., Horstmeyer, R., Mathy, A. & Yang, C. *Nature Photon.* **7,** 300–305 (2013).
6. Cassereau, D. & Fink, M. *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control* **39,** 579–592 (1992).
7. Katz, O., Heidmann, P., Fink, M. & Gigan, S. *Nature Photon.* **8,** 784–790 (2014).

ANDY POTTS



الحقيقة المؤلمة

تبشرنا تقنيات فحص الدماغ بالتوصل إلى وسيلة قياس موضوعية، لتحديد ما إذا كان الشخص يعاني من الألم، أم لا، لكن الباحثين يتساءلون عن مدى إمكانية الاعتماد على هذه التقنيات داخل ساحات القضاء.

سارة ريردون

تجيب آني على الهاتف وهي مستلقية.. تحاول أن تستريح من جولة قامت بها خارج المنزل، لا تتكرر كثيرًا. تشعر السيدة، صاحبة الخمسة والستين عامًا ـ نتيجةً للتنقل من مكان إلى مكان لفترة طويلة ـ بالإنهاك، فضلًا عن ألم مبرح يقرعها من منطقة الظهر حتى الكتف. ومن شدته تقول: «إنه فظيع حقًّا... بصورة لا تجعلك تشعر بالراحة مطلقًا».

بدأت الحكاية في عام 2011، حيث انزلقت قدم آني، التي غيّرت اسمها بناءً على طلب من محاميها، وسقطت على أرضية مبللة في مطعم، فتعرضت لإصابة في ظهرها

NATURE.COM
لسماع بودكاست يتناول موضوع قياس الألم في الدماغ، انظر:
go.nature.com/ycdibz

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ورأسها. وشعرت بألم حاد لا يهدأ أبدًا؛ فأرغمها على الرحيل عن وظيفتها في سوق البيع بالتجزئة.

وفي إثر ذلك الحادث، رفعت آني دعوى قضائية ضد المطعم، الذي نفى مسؤوليته القانونية، بهدف تغريم المطعم بضع مئات من آلاف الدولارات؛ لتغطية تكاليف العلاج، وتعويضها عن دخلها التي فقدته. وبهدف دعم قضيتها وإثبات أنها لا تدّعي المعاناة من ألم شديد، اقترح المحامي على آني أن تحصر خدمات شركة «ملينيوم ماجنتيك تكنولوجيز» (MMT)، المتخصصة في تصوير الجهاز العصبي، والكائنة في ولاية كونيتيكت، ولديها مركز في برمنجهام في ولاية ألاباما، حيث تعيش آني. فالشركة تقول إنها تستطيع أن تتعرف على مؤشرات الألم باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI)، الذي يقيس مقدار تدفق الدم في الدماغ، كمؤشر للنشاط العصبي، ويرسمه.

هذا الفحص ليس بالرخيص، حيث يتكلف حوالي 4,500 دولار أمريكي، إلا أن ستيفن ليفي، الرئيس التنفيذي في الشركة، يقول إنه استثمار مجدٍ؛ حيث إن الشركة قَصَدَها عشرة عملاء تقريبًا منذ أن باشرت بتقديم هذه الخدمة في عام 2013، وجميعهم توصلوا إلى تسوية خارج قاعة المحكمة. وإذا اعترفت المحكمة بفحوص آني، التي من المقرر إجراؤها خلال الأشهر الأولى من هذا العام، فقد تغدو دعوتها سابقة قانونية في ولاية ألاباما.

وغالبية حالات الإصابات الشخصية يتم تسويتها خارج المحكمة، ولذا.. من المستحيل توثيق تواتر استعمال فحوص الدماغ التي تُجرى بسبب الألم في سجل القانون المدني. ومع ذلك.. يبدو أن هذا الإجراء يزداد شيوعًا، في الولايات المتحدة على الأقل، حيث لا توجد تغطية حكومية للرعاية الصحية، كما أن قضايا الإصابات الشخصية تزداد. وقد أُنشئت عدة شركات لهذا الغرض، وأعلنت جامعة واحدة على الأقل عن توفيرها لهذه الخدمة.

يستند هذا النهج إلى ازدهار البحوث التي تستخدم التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي لفهم طبيعة الألم، التي تعد تجربة شديدة الذاتية. ويأمل العلماء أن تتمكن الفحوص من توفير مقياس موضوعي لتلك التجربة، ويرون تطبيقات محتملة لها، كاختبار مسكنات الألم، لكن علماء أعصاب كثيرين يقولون إن التقنيات ما تزال بعيدة عن الدقة الكافية؛ من أجل الاعتراف بها داخل المحكمة. ويقول النقاد إن الشركات التي تستخدم هذه الفحوص لم يتحقق أحد من صحة اختباراتها، أو من امتناعها عن ممارسات الخداع أو التحيّز. وفي الوقت الذي يعتقد فيه البعض أن هذه التقنية ستجد لها مكانًا في الأوساط القانونية، يساور الآخرين قلق من أن هذه الممارسات ستؤدي إلى إساءة استخدام هذه الفحوص.

تقول كارين ديفيس، الباحثة في علم الأعصاب في جامعة تورونتو في كندا: «هناك رغبة حقيقية في التوصل إلى وسيط أكثر موضوعية للألم»، لكن مقاييس كهذه يجب أن تكون شديدة الدقة، لأن «احتمال الحصول على إجابة خاطئة شيء كارثي إلى حد كبير».

جذور عصبية

من الممكن أن تبدو المناهج التي غالبًا ما يطبقها الأطباء في تقييم الألم مناهج بدائية. حيث يطلبون من الأفراد تقييم درجة الألم الذي يشعرون به على مقياس (من واحد إلى عشرة)، أو اختيار أحد الوجوه الكرتونية من صف يضم رسمًا لوجه، تتدرج تعبيراته من سعيد إلى متألم بشدة. ويمكن لهذه المقاييس أن تساعد في توضيح درجة تغيير شدة الألم، خلال فترة تَعافي الشخص من عملية جراحية، على سبيل المثال. والمشكلة هنا هي أن كل شخص سيشعر بالألم، ويقيِّمه تقييمًا مختلفًا. لذا.. قد تكون درجة 5 عند شخص ما أسوأ من درجة 7 عند غيره، والدرجة 9 في تقييم الألم قد تكون كافية لمنع شخص عن ممارسة عمله، أو العكس صحيح.

يجب أن توجد إجابة موضوعية قابعة داخل العقل، الذي تبدأ رحلة الألم من خلاياه. ومع أن كل تجربة تختلف عن التجربة الأخرى، إلا إن الألم يجب أن يشترك في بعض العناصر المشتركة. وقد دأب تور ويدجر ـ الباحث في علم الأعصاب من جامعة كولورادو بولدر ـ على محاولة فك رموز مؤشرات الإحساس بالألم في الدماغ، عن طريق وضع أفراد في جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي، مع لمس صفيحة ساخنة في الوقت ذاته. وعندما غيّر الباحثون درجة حرارة الصفيحة ارتفاعًا وانخفاضًا، سجّلوا نشاطًا في أجزاء مختلفة من الدماغ، بما في ذلك المناطق الحسية المرتبطة باليد. ومن واقع هذه الأنماط التجريبية، يقول ويجر، إنهم يستطيعون أن يتنبّأوا بدقة تزيد على 90% عن حالة الصفيحة الحرارية، سواء أكانت دافئة فحسب، أم ساخنة لدرجة الإيلام[1].

إنّ هذا يقيس الألم الحادّ، أي الاستجابة الفورية لحافز واضح. أما الألم المزمن، كالذي تعاني منه آني، فيصيب مئات الملايين من الناس في جميع أنحاء العالم. وقد يكون سبب حدوثه واضحًا، لكن ليس أسباب الحدوث هي المشكلة. ومن ثم، عمدت فانيا أبكريان، من جامعة نورث وسترن في شيكاغو إلينوي، إلى فحص عشرات الأفراد في وقت مبكر، بعد إصابتهم في الظهر، ومرة أخرى بعد ذلك على مدار عام، أو أكثر. فاستمر الألم حتى تطوَّر وأصبح مزمنًا عند ما يقرب من نصف هؤلاء الأفراد، على الرغم من التشابه في وصف الألم طوال هذه الفترة. وتمكّنت أبكريان من الكشف عن تغيُّر في مؤشرات الألم داخل أدمغتهم[2]، حيث تحول من إشارة نشاط في الجزيرة الدماغية، الذي يصاحبها ألم حاد، إلى نشاط في المنطقة أمام الجبهية من قشرة المخ، التي تشكّل السلوك المعرفي، وإلى اللوزة، التي تتحكم في انفعالاتنا. ويقول أبكريان إن «تفسيرنا لهذا الأمر هو أن الألم يتحول إلى مواضع أكثر توطّنًا».

يشير هذا وسواه من الأعمال إلى وجود عنصر انفعالي في حدوث الألم المزمن الذي لا يدخل بالضرورة في الشعور بالألم الحاد. وغالبًا ما يتعايش الألم المزمن والاكتئاب معًا، ويدعمان بعضهما البعض. ويمكن تخفيف بعض الألم المزمن بواسطة مضادات الاكتئاب، لكن ويجر يحذر من أن التركيز على هذه الارتباطات قد يكون خدعة. فالإشارة إلى أن الألم يتركز بأكمله في الدماغ ـ حتى لو بدت صحة ذلك من الناحية الفنية ـ لا يعني أنه ألم وهمي، أو مصطنَع. يقول ويجر إن «الأفراد سيمرُّون دائمًا بمواقف يَفصِل فيها بين التأييد أو المعارضة خط غير واضح».

تكشف أماندا بوستيلنك، الخبيرة القانونية في كلية الحقوق في هارفارد في كمبريدج – ماساتشوستس، عن أن هذا الخط يمثل تحديًا خاصًّا في الأوساط القانونية، حيث «لا يجوز إثبات إعاقة الشخص بسبب الألم، إلا إذا أشار هذه الفرد إلى سبب معين».

«هناك رغبة حقيقية في التوصل إلى وسيط أكثر موضوعية للألم».

حالات منفردة

تشهد الولايات المتحدة عشرات الآلاف من دعاوى الإصابات القضائية كل عام. وينطوي معظمها على ادعاءات قضائية عالقة حول التضرر من الشعور بالألم. ربما تكون نسبة هذه الحالات مرتفعة بشكل غير عادي. فالبلدان ذات برامج الصحة الوطنية، مثل كندا، تشهد عددًا أقل من الدعاوى القضائية، كما تقول ديفيس. وحتى الآن، حالة الألم الوحيدة التي استعانت بتكنولوجيا فحص الدماغ حققت تقدمًا، وتحولت إلى مُحاكمة قانونية. وكان موضوعها هو أن سائق شاحنة، اسمه كارل كوخ، تعرَّض معصمه للحرق، بسبب كتلة من الأسفلت المنصهر في عام 2005؛ وبعد مرور عام على ذلك، قال إنه لا زال يتألم، ورفع دعوى قضائية ضد صاحب عمله السابق، وسترن إيملشنز في توكسون، أريزونا، للمطالبة بالتعويض عن الأضرار.

خضع كوخ لفحص دماغي، أجرته جوي هيرش، الباحثة في علم الأعصاب، التي كانت تدير مركز أبحاث الرنين المغناطيسي الوظيفي في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك. وطوّرت هيرش طريقة تقول إنها «تصل إلى» مناطق الألم المزمن، حيث أدت لمسة خفيفة للمعصم المصاب إلى إثارة إشارة في المناطق الحسية ومناطق دماغية أخرى مرتبطة بالألم، بينما لمس المعصم الآخر السليم لم يُحدِث الأثر نفسه. وهذا الاختبار ـ كما تقول ـ هو طريقة جيدة للتفريق بين الآلام الجلدية ـ الناجمة عادةً عن حافز غير مؤلم للجلد ـ والآلام الوهمية.

في أثناء المُحاكمة، طلبت وسترن إيملشنز حضور شون ماكي، الباحث في علم الأعصاب في جامعة ستانفورد في ريدوود سيتي بكاليفورنيا، كشاهد متخصص. وأصرّ ماكي على أن الألم شأن ذاتيّ جدًّا لقياسه بهذه الطريقة، وأن الأثر الذي كانت هيرش تتحراه كان من الممكن إنتاجه إذا كان كوخ قد توقّع أن يشعر بألم في معصمه المتضرّر، أو لو أنه كان مبالغًا في التركيز عليه عن عمد، أو غير عمد. وجادلت هيرش بوجود إشارات معروفة للألم الوهمي، لكنها لم تتضح في الفحص. وفي نهاية المطاف، اعترف القاضي بالفحوص، وتمت تسوية القضية مقابل 800,000 دولار أمريكي، وهو مبلغ يتجاوز عشرة أضعاف العرض الأوَّلي للشركة، حسبما أفاد روجر ستراسبورج، محامي كوخ.

يكشف ماكي أن هناك مسألة أخرى ربما يتمكن الأفراد من خلالها من استعمال ممارسات الغش في الاختبار. ففي دراسة أجريت عام 2005، طلب من المتطوعين الاستلقاء على جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي ولمس صفيحة ساخنة في الوقت الذي كان يريهم فيه تسجيلًا مصوَّرًا لنيران، تزداد شدتها أو تنقص، استنادًا إلى نشاط أدمغتهم. وبناء على التقييم البصري، تمكَّن المتطوعون من التحكّم في كثافة النيران، عن طريق تخيُّل أن الألم أكثر شدّة أو أقل مما كان عليه في الواقع[3]. وينظر ماكي إلى هذه التقنية كوسيلة لرصد الألم المزمن، ولكنه يدرس أيضًا ما إذا كان بوسع الناس خداع جهاز التصوير، أم لا.

بعد قضية كوخ، بدأت الاستعانة بهذه التقنيات تزداد. وتقول هيرش، التي تعمل حاليًّا في جامعة ييل في نيو هيفن، كونيتيكت، إنها حينما كانت في كولومبيا، كانت تُجْرِي فحصين أو ثلاثة ذات صلة بالألم شهريًّا، وكان معظمها لتزويد الدعاوى القضائية بالأدلة، وتأمل في توفير هذه الخدمة في جامعة ييل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الانتقاد الرئيس الموجَّه للتقنيات المختلفة المستخدمة في الدعاوى المدنية هو ندرة أبحاثها العلمية المكتوبة من أجل التحقّق من صحتها. فهيرش لم تنشر أي بحث عن طريقتها، ولكنها تقول إنها لا تعتقد أنه أمر ضروري. فالطريقة التي تتمثل بها أجزاء الجسم في الدماغ موضحة بالرسم توضيحًا جيدًا، والفحوص التي أجرتها لا تطرح أي رؤية جديدة، سوى الإجابة عما إذا كان الشخص يتألم، أم لا.

تطبِّق شركة «ملينيوم ماجنتيك تكنولوجيز» نهجًا مختلفًا إلى حد ما، فهي تقارن فحوص الشخص نفسه قبل انهماكه في نشاط مؤلم وبعده. فمثلًا، أُخذت فحوص لآني قبل قيامها بإحدى جولاتها وبعدها، وادّعت الشركة أنها تمكّنت من الكشف عن إشارة واضحة للألم في الفحص الثاني، لكن المنشور الوحيد للشركة، بقيادة دونالد ماركس - الشريك المؤسس ورئيس القسم العلمي بالشركة، كان دراسة لحالة واحدة فقط، فبعد أن أدَّى الشخص عملًا مؤلمًا، كشف فحص الدماغ عن نشاط شديد بشكل خاص في الجزيرة الدماغية، التي تشارك في عمليات الإدراك، والتنظيم الذاتي، والقشرة الحسية الجسدية، التي تعالج الأحاسيس الواردة من مختلف أنحاء الجسم[4].

تشارك هذه المناطق في الشعور بالألم، فضلًا عن أمور أخرى كثيرة. وتقول ديفيس إنك «إذا ذهبت إلى اجتماع لجمعية علم الأعصاب، ودخلت إلى أي جلسة تعرض رسومًا غير متصلة بالألم، فسترى المناطق نفسها التي يتحدثون عنها». ومن ثم، إذا طلبت من مريضة ـ كآني ـ أن تتجول بين توقيت إجراء فحصين، فهذا لن يُشعرها فقط بالألم، وإنما يزيد من إحساسها بظهرها، مما يحفز من نشاط الجزيرة الدماغية. وتكشف ديفيس ـ التي لا ترى ضرورة في استخدام تصوير مؤشرات الألم في المحكمة لهذا الغرض ـ أن استشهاد دراسة ماركس بعملها، الذي قاس نوعًا مختلفًا من نشاط الدماغ، أمر مزعج، « فمن الصادم بالنسبة لهم أن يستشهدوا بدراسات لا تدعم على الإطلاق التكنولوجيا التي يستخدمونها».

وبالإضافة إلى ذلك.. لا يمكن التحقق من صحة الاختبار من خلال شخص واحد، حسب قول ويجر، حيث يمكن لأي عدد من العوامل المربكة، كالانفعالات، أو التوقّع، أو حركة الرأس في جهاز الفحص بالرنين على سبيل المثال، أن تعطي تفسيرًا للإشارات التي تراها الشركة. ولإثبات صلاحية هذه الطريقة، يكشف ويجر أنه سيتعيّن على الباحثين أن يبينوا اختلاف الإشارات وقدرات التحمل بين الأفراد المتألمين وغير المتألمين، وأن يتوصلوا إلى آلية بيولوجية توضح السبب الحقيقي وراء هذه الإشارة. ومن دون ذلك، «سيكون الأمر كالتنبؤ بالمستقبل».

يجادل ماركس في ذلك، قائلًا إن دراسات عديدة، بما في ذلك دراسة ويجر، أظهرت أن الرنين المغناطيسي الوظيفي يمكن الاعتماد عليه في التمييز بين حالات الألم. ويقول: «إن عملي هو التطبيق على أساس فردي، وفقًا لجميع البيانات المتوفرة حتى اليوم، التي تؤكد صحة هذا النهج». والمقصد من هذا النهج ليس تحديد صدق مدّعي الألم أو كذبه، «لأني أعمل مع الأفراد الذين يتفق الجميع على أنهم يتألمون، وأقدِّم تمثيلًا بيانيًّا بصريًّا لهذا الألم».

الاقتراب من التسويق

باستخدام تقنيات مختلفة، تعتزم شركة «كرونِك بين دياجنوستكس» (CPD) الكائنة في مدينة روزفيل بولاية كاليفورنيا، أن تُجْري فحوصًا بمقابل مادي للمتقاضين، حيث تقارن الشركة الفحوص المأخوذة لدماغ شخص بعد تلقيه صدمة كهربائية مع قاعدة بيانات مُجمّعة من فحوص مأخوذة من ثلاثين شخصًا، من المحتمل أن يكونوا مصابين أو غير مصابين بألم مزمن. ويتجاوب الأشخاص الذين يعانون من الألم المزمن للحافز بشكل مختلف عن مجموعة الأصحاء. وقد طورت الشركة مجموعة لوغاريتمات تتيح لها التمييز بين المجموعتين بدقة[5] بلغت 92%. يقول شون إنجلند، رئيس الشركة ومؤسسها المشارك، إنه يتوقع أن تتراوح تكلفة الفحص من خمسة وستة آلاف دولار أمريكي.

يقول ماكي إن التطبيق مثير للاهتمام، وقد يكون مفيدًا إذا تم تكرار التقنية على مجموعات أكبر. أما أبكريان، فتقول إن حجم العينة أصغر بكثير من أن يصلح لتحديد اختلافات ذات مغزى في هذه المرحلة. وكما هو الحال في تقنية شركة «ملينيوم ماجنتيك تكنولوجيز»، فالإشارات الخلفية مثل حركة الرأس يمكن أن تربك منهج تفسير مصدرها. ومن ثم، «إذا كنت بساطة تستخدمها جزافًا، فثمة فرصة جيدة جدًّا أن تجد دومًا اختلافًا» بين المجموعات.

يقول دانييل كالان، مدير الأبحاث التنفيذي شركة «كرونِك بيين دياجنوستكس»، إن الشركة لديها طرق للتحكم بالعوامل الخارجية التي قد تؤثر على قاعدة بياناتها، مثل عشوائية ترتيب فحص المرضى والاستعانة بأشخاص من مختلف الأعمار، ومن الجنسين. ويوافق دانييل على الحاجة إلى مزيد من التجارب؛ لتحديد مدى نجاح عمل اللوغاريتمات في تقييم المريض. ويقول إنجلند إن الشركة تأمل في الشروع بدراسة أخرى قريبًا.

جاء على لسان مايكل فلومنهافت، محام في مدينة نيويورك ومتخصص في قضايا الألم المزمن وتصوير الأعصاب، أن قلق العلماء بشأن صحة فحوص الألم قد لا يشكل أهمية كبيرة بالنسبة لمحترفي القانون والمحاكم. ويضيف أن «هناك الكثير من المعلومات العلمية التي لا يمكن الإدلاء بها بدرجة اليقين اللازمة لتقديمها في مؤتمر علمي، ولكنها موثوقة وعالية القيمة في الأوساط القانونية».

ثمة دليل على أن فحوص الدماغ يمكن أن تكون مقنعة جدًّا بالنسبة إلى هيئة المحلفين. فقد أشارت الأبحاث إلى أن عامة الناس أكثر استعدادًا لتقبل الحجج الضعيفة، إذا كانت مصحوبة بأدلة علمية عصبية[6]. ويقول ماكي إنه في قضية كوخ، «انتهى المطاف بصور الدماغ الجميلة بأنها أصبحت شديدة الإقناع».

«إذا قبلنا المنطق القائل إنّ مصوّر المخ يعرف، إذن علينا أن نتقبل أنه سيكسب حتى في الحالات التي لا نريده أن يكسبها».

تتشابه الجهود التي تُبذَل لتقديم صور الألم في بعض وجوهها مع المحاولات التي جرت في العقد الماضي لاستخدام الرنين المغناطيسي الوظيفي كأداة لكشف الكذب. ويشكك معظم الباحثين في مصداقية هذه التقنية، لأن التحقق من صحتها صعب، كما أن المتطوعين في الدراسة لا يمتلكون الدوافع نفسها للكذب، كالمدَّعى عليهم جنائيًّا. وذلك الأمر لم يمنع عدة شركات من المحاولة ـ غير الناجحة حتى ذلك الحين ـ من أجل تقديم الدليل إلى المحاكم الأمريكية. وقد كان تصوير الألم أكثر نجاحًا بفضل ثراء البحوث حول هذا الموضوع. تبقى المخاطر أقل بكثير في القضية المدنية، مقارنةً بالمحاكمات الجنائية. وبالتالي، ما يحول بيننا وبين الوقوف على الدليل أمور أقل من ذلك، حسب تحليل نشر في دورية «القانون والعلوم الحيوية» *Law and the Biosciences*[7].

بعض العلماء والباحثين في علم الأخلاق قلقون من النتيجة التي قد يؤدي إليها القبول المتزايد لفحوص الألم. وتبدي بوستلنك قلقها من أنه قد يصبح نوعًا من اختبار النجاح أو الفشل، وليس مجرد إرغام المتقاضين على تقديم دليل لإثبات تضررهم من الألم، لكنه قد يهدف إلى جعلها شرطًا للحصول على وصفة بالأدوية المعالجة، أو تغطية التأمين. وترأس بوستلنك الآن مجموعة عمل في جامعة هارفارد، تسعى إلى وضع قائمة من المعايير الأخلاقية والعلمية للتقنيات، قبل أن يتوسع انتشارها.

يصرّ ليفي وماركس على أن تقنيتهما لا تقدر على ذلك. ويفيد ليفي بأننا «في الواقع، لا يمكننا إثبات أن المريض لا يتألم»، لأن الفرد قد يظل يعاني من الألم، حتى لو لم يفِد جهاز فحص الألم بذلك. وقد لا يكون هناك مفرّ من هذا الوضع، حسب قول ستيوارت ديربيشاير، الباحث في علم الأعصاب في جامعة سنغافورة الوطنية: «إذا قبلنا المنطق القائل إن مصوّر المخ يعرف، إذن علينا أن نتقبل أنه سيكسب، حتى في الحالات التي لا نريده أن يكسبها».

وحتى في هذه الحالات، يقول كثيرون إن البحث يجب أن يواصل جهود التطبيق، لا سيما داخل قاعة المحكمة. يقول ويجر: «إننا نتخذ بالفعل مسارات كثيرة من المعالجات والقرارات القضائية الخاطئة، التي تتعلق بالشخص الذي يتألم، أو لا يتألم، فضلًا عن الشخص الذي لا يجب تصديقه. وإذا كانت قد توافرت لدينا معلومات جديدة، فقد كان من الممكن أن نقوم بعمل أفضل». ■

سارة ريردون كاتبة في دورية *Nature*، من واشنطن دي سي.

1. Wager, T. D. *et al. N. Engl. J. Med.* **368,** 1388–1397 (2013).
2. Hashmi, J. A. *et al. Brain* **136,** 2751–2768 (2013).
3. deCharms, R. C. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **102,** 18626–18631 (2005).
4. Marks, D. H., Valsasina, P., Rocca, M. A. & Filippi, M. *Internet J. Pain Symptom Contr. Palliat. Care* **8,** 1 (2009).
5. Callan, D., Mills,, L., Nott, C., England, R. & England, S. *PLoS ONE* **9,** e98007 (2014).
6. Weisberg, D. S., Keil, F. C., Goodstein, S., Rawson, E. & Gray, J. R. *J. Cogn. Neurosci.* **20,** 470–477 (2008).
7. Salmanowitz, N. *J. Law Biosci.* http://dx.doi.org/10.1093/jlb/lsv003 (2015).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على حافــة



الخطــر

مليارات من العيِّنات الموجودة في متاحف التاريخ الطبيعي تتعاظم فائدتها عند تعقب تاريخ التنوع البيولوجي الضائع، إلا أن هذه العيِّنات تواجه تهديدات خطيرة.

كريستوفر كيمب

يدرس ريكاردو موراتيللي مئات من الخفافيش الميتة المتنوعة ـ المطوية أجنحتها بعناية ـ في غرفة بمعهد سميثسونيان في واشنطن العاصمة. ويسير ريكاردو وفقًا لأسلوب منهجي في دراسة العينات المرتبة في صفوف كسرب من قاذفات القنابل. وعلى الكاحل الأيمن لكل خفاش، ثمة بطاقة توضح الشخص الذي التقط هذا الكائن، فضلًا عن مكان الالتقاط وزمانه. بعض البطاقات الذي تحول لونها إلى اللون الأصفر لمرور ما يزيد على قرن من الزمان منذ جمعها. يختار موراتيللي خفاشًا صغيرًا نحيلًا، له جناحان داكنان، يكسوهما فراء ذهبية فاخرة، حيث يمكن حمله بكف اليد.

إذا نظر أي شخص إلى العينة، ستبدو متطابقة مع باقي العينات، لكن موراتيللي، زميل ما بعد الدكتوراة في المتحف الوطني للتاريخ الطبيعي، التابع لمعهد سميثسونيان، اكتشف أن الخفاش الذي في يده نوع جديد. تم الحصول على هذا الخفاش في فبراير 1979 من غابة في الإكوادور تقع على المنحدرات الغربية من جبال الأنديز. وهو خفاش ذكر، أوشك على البلوغ، وكان يرقد منذ عقود منتظرًا شخصًا مثل موراتيللي؛ كي يدرك تفرّده. وقد أطلق عليه اسم *Myotis diminutus*[1]، لكن قبل أن يتمكن موراتيللي من الإقدام على هذه الخطوة، كان عليه أن يجمع بيانات مورفولوجية من العينات الأخرى، بما في ذلك قياسات دقيقة للجمجمة، والهيكل العظمي. وفي المجمل، درس ريكاردو 3,000 خفاش من 18 مجموعة حول العالم. ومن ثم، لم يعد خفاش (*Myotis diminutus*) وحيدًا، وريكاردو ليس وحيدًا هو الآخر.

في جميع أنحاء العالم، تضم مجموعات التاريخ الطبيعي الآلاف من الأنواع التي تنتظر تعريفها. وفي الواقع، توصل الباحثون اليوم إلى أنواع جديدة وعديدة من الحيوانات والنباتات، معتمدين على غربلة العينات التي يبلغ عمرها عشرات السنين، أكثر من الاعتماد على دراسات مسح الغابات الاستوائية والمواقع النائية. وصارت ثلاثة أرباع أنواع الثدييات تقريبا المُسمّاة حديثًا تشكل بالفعل جزءًا من مجموعة التاريخ الطبيعي وقت التعريف بمواصفاتها. وهذه الأنواع تقبع في بعض الأحيان لمدة قرن أو أكثر دون أن يدرك أحد وجودها، حيث تكون مخبأة في الأدراج، ونصف منسية في الجِرار، حاملة وصفًا تعريفيًّا خاطئًا، من دون بطاقات تعريف. وفي هذا الصدد، يقول روبرت فوس، أمين قسم مجموعات الثدييات في المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي في نيويورك: «إنها بالتأكيد الحالة التي تزخر فيها المجموعات الآن بموارد هائلة من العينات غير الموصوفة».

تكتسب هذه المجموعات قيمة متزايدة بفضل التقنيات وقواعد البيانات المطوّرة حديثًا. فعن طريق وضع تسلسل الحمض النووي، والسجلات الرقمية وغيرها من الوسائل المتقدمة، يمكن دراسة المجموعات الموجودة بطرق جديدة، لكشف المزيد عن تنوع الأرض الحيوي، وسرعة اختفائها.

ومثلما تزداد قيمة هذه المجموعات، تأخذ منحدر الهبوط. ففي خضم رحلة كفاح عديد من المؤسسات للتعامل مع الانخفاض الكبير في الميزانية، تقع مجموعات في دائرة الإهمال، أو الضرر، أو الضياع الكامل، فضلًا عن التهديد الذي يلاحق العلماء الذين يدرسون حالاتها بفعل اختفاء مناصبهم.

اختصار المجموعات

يقول مايكل ماريس، مدير متحف سام نوبل في جامعة أوكلاهوما في نورمان، والرئيس السابق للجمعية الأمريكية لعلماء الثدييات: «هذا مستودع وثائقي لجميع صور الحياة التي نعرف أنها كانت موجودة.. فإذا كنت ترغب في العودة إلى إجراء دراسة على ثدييات كوالالمبور، أو شيء من هذا القبيل، يعود تاريخه إلى 30 أو 40 سنة، فلن تتمكن من العودة إلى الماضي... بل عليك أن تذهب إلى المجموعات للقيام بذلك».

في عام 1758، مع نشر موسوعة «نظام الطبيعة» (*Systema Naturae*)، حاول كارل لينيوس تصنيف الطبيعة - وهو جهد لا يزال مستمرًّا حتى اليوم في حوالي 8,000 مجموعة من مجموعات التاريخ الطبيعي في جميع أنحاء العالم. وفي الولايات المتحدة وحدها، يوجد ما يقرب من مليار عينة، وقد يصل مجموع عينات العالم إلى ثلاثة مليار. ومتوسط ما تعرضه المؤسسة من مقتنياتها يصل إلى واحد في المئة، أو يقل عن ذلك. أما البقية ـ التي كثيرًا ما يفوق عددها مئات الآلاف من العينات ـ فهي مفهرسة ومحتفَظ بها، وليست متاحة للجمهور.

يشرف على المجموعات عدد ضئيل من المديرين وأمناء المتاحف، خاصة المتخصصين في تصنيف الأنواع وتنظيمها، الذين يدرسون العلاقات بين الكائنات الحية. وفي عام 2001، ضم متحف فيلد في شيكاغو إلينوي تسعة وثلاثين من أمناء الأقسام. أما اليوم، فيوجد واحد وعشرون فقط. وفي الوقت الحاضر، لا يوجد أمين على مجموعات قسم السَّمَك، وهو قسم يضم مجموعة كائنات شديدة التنوع. ولا يوجد في متحف فيلد أو في المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي ـ اللذين يضمان اثنين من أكبر المجموعات في العالم ـ باحث متخصص في حرشفيات الأجنحة، على الرغم من أن هذا التخصص يملك مئات الآلاف من عينات الفراشات والعثّ. وبالمثل، شهد المتحف الوطني للتاريخ الطبيعي انخفاضًا متزايدًا في عدد أمناء الأقسام. فبعد أن ارتفع العدد إلى (122) في عام 1993، انخفض في العام الماضي ليصل إلى (81). ولا يقتصر التراجع على الولايات المتحدة، «فالحال في المملكة المتحدة لا يختلف كثيرًا، بل أسوأ»، حسبما أفاد باولو فيسكاردي، رئيس جمعية مجموعات العلوم الطبيعية، التي تتخذ من المملكة المتحدة مقرًّا لها، وأمين متحف هورنيمان في لندن. ومن المألوف أن يقوم المتحف بإعادة هيكلة موظفيه، حيث يحل مدير واحد للمجموعات، مع مساعد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ريكاردو موراتيللي يفحص عيِّنات الخفافيش في متحف التاريخ الطبيعي، التابع لمعهد سميثسونيان في واشنطن العاصمة.

PHOTOS BY CHRIS MADDALONI/*NATURE*

في بعض الأحيان، بدلًا من ثلاثة أو أربعة أمناء. وقد يشرف هذا المدير على التخصصات كافة، بدءًا من الفن المعاصر، حتى العلوم الطبيعية.

ومنذ بدء الأزمة الاقتصادية في عام 2008، دأبت عدة مؤسسات على العمل بميزانيات أقل. وقد تحول التركيز العلمي لعدد قليل من المتاحف التي تحصل على أعداد كبيرة من المنح البحثية إلى التقنيات الجزيئية، التي تحصل على تمويل أكبر من تمويل مناهج التصنيف التقليدية. ويوضح سكوت شيفير ـ عميد العلوم المشارك لمجموعات العلوم بالمتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي ـ أن متاحف عديدة تؤكد على أهمية التعليم والرفاهية عند تقليص عدد أمناء الأقسام. ويقول إنه شهد تغييرات كبيرة في عديد من متاحف التاريخ الطبيعي منذ عام 2008. وأضاف: «إنهم يميلون إلى الابتعاد عن إجراء البحوث، والاكتفاء برواية قصة العلوم، بالطريقة نفسها التي قد تقدم بها مؤسسة «والت ديزني» العِلْم في عالَم الترفيه». ووفقًا لماريس، تُعتبر غالبية المجموعات، التي يقدَّر عددها في الولايات المتحدة بنحو 1,800، مجموعات صغيرة، كما أن «الغالبية العظمى منها معلقة بخيط رفيع... ولا يوجد أحد ليهتم بها».

وحتى المؤسسات التي تحصل على تمويل جيد، تواجه هي الأخرى صعوبات. ففي جامعة متشيجان في آن أربور ـ على سبيل المثال ـ وُضعت واحدة من أكبر مجموعات التنوع البيولوجي في البلاد في المرافق الحديثة. يقول فوس ـ الذي أكمل دراساته العليا في جامعة متشيجان ـ إنه رغم إحاطتها بالكثير من العناية، يصعب على الباحثين أن يصلوا إليها. واستكمل حديثه قائلًا إن «الأمر يبدو كأننا قررنا أننا لا نريد أن يُجْرِي أي شخص أبحاثًا في مكتباتنا بعد الآن. ومع ذلك.. سنحتفظ بالكتب».

في ظل غياب أمناء الأقسام، تختفي العيِّنات الحقيقية أحيانًا بسبب الإهمال، أو الحوادث الطارئة. ففي عام 2010، قضى حريق على 85 ألف من عينات الثعابين، وما يقرب من 450 ألف من عينات العقارب والعناكب في معهد بوتانتان في ساو باولو بالبرازيل.

يقول ماريس إننا «نشهد تراجعًا في الاهتمام بالعديد من المجموعات على مستوى بلاد متعددة، حيث إذا تعرضت مجموعة للغرق، لن يقول أحد إنها تغرق». ويضيف مارس قائلًا إن ما يدعو للقلق هو أن المسؤولين سيتخلصون من المجموعات، إذا أشار موظفو المتحف إلى وجود مشكلات، ولذلك.. يصف الأمر بأنه «في منتهى الخطورة، حيث إن هذه المجموعات تستمر حياتها، ولكن في الخفاء».

عقود من الانتظار

يُطْلِق موظفو المتحف والباحثون على العواقب التي تبطئ من عملية اكتشاف الأنواع «عوائق تصنيف الأنواع». ومن أدوات قياس عوائق التصنيف: الفارق الزمني، الذي يُوصف بأنه الفجوة بين تاريخ الحصول على العينة، وتاريخ كتابة بطاقتها التعريفية. وفي الوقت الحالي، يبلغ متوسط الفارق الزمني 21 سنة[2].

ليس من الواضح إذا كان الفارق الزمني في تزايد، أم في تراجع، إلا أن هذا الفارق يزيد كثيرًا عن متوسط المدة. في إبريل 1856، وجد هنري كلاي كالدويل ـ أحد أفراد القوات البحرية في الولايات المتحدة ـ خفاشًا كبيرًا من آكلة الفاكهة في جزيرة أوبولو في ساموا. والعيّنة موجودة حاليًّا في أكاديمية العلوم الطبيعية في جامعة دريكسل في فيلادلفيا، بنسلفانيا، وتفاصيل اكتشافها حاليًّا أشبه بالحصول على عملة صعبة، حيث كل ما نعرفه عن هذه العينة أنه عليها بضع عبارات وصفية غير واضحة، مكتوبة بخط اليد على صندوق، وبداخل الصندوق جمجمة، وجزء من جلد لونه الأصلي تغير. وفي عام 2009، قام كريستوفر هلجن ـ أمين قسم الثدييات في معهد سميثسونيان ـ برفع الجمجمة لأعلى في اتجاه الضوء، وأدرك أنها تنتمي إلى فصيلة مجهولة. وبعد أكثر من 150 سنة من تاريخ الحصول عليها، أصبح هذا النوع اسمه *Pteropus allenorum*[3]، وانقرضت فصيلته بالفعل من الجزيرة.

يفتتن موراتيللي ـ مثلما هو الحال مع هلجن ـ بمجموعات التاريخ الطبيعي. بدأ اهتمام موراتيللي بعلم الحيوان منذ مرحلة الطفولة، وقتما كان يتابع سلسلة الحياة البرية الوثائقية Wild America على شاشة التليفزيون مع والده. وقدَّم موراتيللي وصفًا لستة أنواع من الخفافيش، وما زال في طور تحضير وصف لثمانية أنواع أخرى. كل هذه الأنواع وجدها في المجموعات. وكان الفارق الزمني الأقصر مدته تسع وعشرون سنة، بينما بلغت مدة الفارق الأطول 111 سنة.

يقول الباحثون إن عملًا كهذا من أساسيات فهم التنوع البيولوجي وأسلوب تهديده. ويكشف كوينتين ويلي، الباحث في علم التصنيف، ورئيس كلية علوم البيئة والغابات في جامعة ولاية نيويورك في سيراكيوز، بأنه «في وسط أزمة التنوع البيولوجي، فالمؤسسات التي ترعى هذه المجموعات أمامها دور فريد في المجتمع؛ لتوثيق ذلك التنوع البيولوجي.. فعندما نتعرف على 10 ـ 20% فقط من الأنواع، فنحن نعاني من خسارة كبيرة في رحلة الكشف عن التغييرات البيئية، سواء كان هذا التغير قد حدث في صورة انقراض أنواع، أو ظهور أخرى جديدة، أو أيّ أمر آخر».

تعكس التهديدات اللاحقة بكل من موظفي المتحف والمجموعات التغييرات التي أدت إلى إعادة صياغة المنظومة البحثية على مدى عقود. ومع صعود عِلْم الأحياء الجزيئي، قللت الوكالات المانحة والجامعات من الدعم الذي تقدمه إلى علماء الطيور، وعلماء الزواحف والبرمائيات، وعلماء النبات، فضلًا عن غيرهم من الباحثين المتخصصين الذين يمارسون عملية تصنيف الأنواع. وما زالت عملية إعطاء بطاقات تعريفية للأنواع الجديدة جارية، إلا أن السؤال الذي يطرح نفسه: على يد مَن؟

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



BRENT LEWIS/ROCKFORD REGISTER STAR/RRSTAR.COM

أجبر الفيضان العاملين على إعادة نقل العيِّنات إلى متحف بوربي للتاريخ الطبيعي في مدينة روكفورد بولاية إلينوي.

يقول ويلر إن «هناك أعدادًا متزايدة من غير المتخصصين في التصنيف تؤدي مهمة التعريف بالأنواع، بسبب غياب المتخصصين». وبدلًا من إيجاد المتخصصين، أصبحت تقع على عاتق علماء الوراثة، وعلماء السلوك الحيواني، وغيرهم من غير المتخصصين في مجال التصنيف مسؤولية تسمية الأنواع. ومن ثم، «لا بد أن يضع المزيد من علماء الأحياء مسمى لهذا النوع، وإلّا فإن العمل سيتوقف بكل بساطة».

يوضح هلجين، الذي سمى أكثر من ثلاثين نوعًا من عيِّنات المجموعات، أن تصنيف الأنواع يتطلب فهرسة التنوع البيولوجي، وحماية الأنواع المهددة بالانقراض. ويتابع قائلًا إنه «في كل مرة أطلق فيها اسمًا على واحد من هذه الأنواع... يبدأ الناس في التفكير فيها كثيرًا، ويحاولون معرفة المزيد عنها؛ كما تدخل قوائم الأنواع المهددة بالانقراض».

وحتى في ظل المشكلات التي تواجه مجموعات المتحف ودارسيها، هناك بعض المواضع التي تبعث على السرور، حيث تسعى أكاديمية كاليفورنيا للعلوم في سان فرانسيسكو إلى تعيين أمناء أقسام المجموعات وتطويرها. ففي هذا العام، سيتم جمع مجموعة، يصل عددها إلى 1.5 مليون حشرة سوس، كهدية من عالِمَين يرغبان في عدم الكشف عن هويّتهما.

تحاول المتاحف أيضًا أن تصل إلى الجمهور على نطاق واسع، من خلال الترقيم المعلوماتي للمجموعات، وإتاحتها بصورة أكبر. يقول جون كريس ـ الوكيل المؤقت للأمين العام للعلوم في المؤسسة ـ إن «هذا يُعَدّ أحد المحاور الرئيسة لمؤسسة «سميثسونيان» في الوقت الراهن». ومع اكتمال العملية، كما يقول، سيكون قد تم مسح ما يقرب من 5 ملايين عيِّنة نباتية. وهذه العينات هي المجموعة الأقدم التي يعود تاريخها إلى عام 1504. وقد عقدت أكاديمية كاليفورنيا للعلوم مشارَكة مع «جوجل»؛ لوضع صور عيِّناتها على الإنترنت، إضافة إلى معلومات تعريفية أخرى.

سيسهم الترقيم المعلوماتي في جعل هذه المجموعات متاحة أكثر للباحثين، والمصنِّفين الهواة، الذين وصفوا عددًا متزايدًا من الأنواع في السنوات الأخيرة. ومع ذلك.. لا يستطيع الترقيم المعلوماتي أن يؤدي دَوْر المجموعات المادية، حيث إن جميع قواعد البيانات لا تضم البيانات الرئيسة، كعمليات المسح الضوئي ثلاثية الأبعاد للعيِّنات، التي ستسمح للباحثين بقياس أجزاء الجسم عن بُعْد.

وبالإضافة إلى ذلك.. تعزِّز التقنيات التكنولوجية المتقدمة، كالتقدم في وضع تسلسل الحمض النووي، قيمة المجموعات، كما تتيح للباحثين أن يعطوا وصفًا للأنواع التي لم يكن تمييزها عن أقرب أقاربها في الزمن الماضي ممكنًا.

لجأ جيمس هانكن ـ الباحث في علم دراسة الزواحف والبرمائيات، ومدير متحف الحيوان المقارن في جامعة هارفارد بمدينة كمبريدج، في ولاية ماساتشوستس ـ إلى استخدام تسلسل الحمض النووي؛ لدراسة *Thorius*، وهو جنس من أقزام السمندل، استوطن المكسيك. ولأكثر من 100 سنة، لم يكن أحد قادرًا على تمييز معظم أنواع هذا النوع. ويُرْجِع هانكن ذلك إلى «أنها حيوانات صغيرة جدًّا، ومن الصعب التفريق بينها بمجرد النظر إليها فقط».

«هذا مستودع وثائقي لجميع صور الحياة التي نعرف أنها كانت موجودة».

ساعد تسلسل الحمض النووي هانكن على وصف أربعة عشر نوعًا، وتسميته. وهذه الأنواع صنَّفها الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة بأنها مهدَّدة بالانقراض، وصرَّح بأنه عادةً عند تحديد البيانات الجينية لأحد الأنواع، يمكن العثور على بعض الخصائص الخفية لهذه الكائنات على مستوى الهيكل العظمي، أو اللون، أو حجم الجسم. وستعطي هذه الملامح فرصة تمييز الكائنات عن بعضها.

وفي مجال التنوع البيولوجي، يتزايد استخدام الباحثين للترميز الرقمي للحمض النووي، وهي تقنية جزيئية تعتمد على تسلسلات الخصائص الجينية عند تحديد الأنواع. ومع ذلك.. فالترميز الرقمي لا يمكن أن يهتدي به الباحث إلى أي شيء عن طريقة طيران أنواع معينة من الخفافيش، على سبيل المثال.

ومن ثم، غالبًا ما تكون المجموعات هي الخيار الأفضل أو الوحيد في هذه الحالات. هذه الرسالة لم ينقلها أحد من قبل إلى الجمهور ـ أو وكالات التمويل، حسبما يقول بعض الباحثين. ويعلِّق كريستوفر نوريس، المدير الأول لمجموعات متحف التاريخ الطبيعي بيبودي ييل، الواقع في نيو هيفن – كونيتكت، بأن «كفاءتنا لم تبلغ المرحلة التي تسمح بتقدير فوائد المجموعات. وتاريخيًّا، لم نكن على المستوى المطلوب؛ لنقدم إلى الجمهور شرحًا للأسباب الأساسية وراء أهمية فهم التنوع البيولوجي».

فيروسات محفوظة

يرى بعض الباحثين أن طلبات الحصول على المجموعات تتخطى محاولات توثيق أنواع جديدة، ودراسة التنوع البيولوجي. فمجموعة متحف برنيس بواهي بيشوب في هونولولو ـ على سبيل المثال ـ تحتوي على ملايين من عينات البعوض، التي قد تكشف للباحثين في مجال الفيروسات عن ديناميّات الأمراض التي ينقلها البعوض. ومنذ عشر سنوات افترض الباحثون ـ حسبما أفاد برانس ـ أن المواد الحافظة ستكون قد سبَّبت تدهور الحمض النووي لأيٍّ من ديناميّات المرض الموجودة في عيِّنة ما، لكن الدراسات تُظْهِر أنه من الممكن استعادة فيروس الحمض النووي وتحليله من عينات المتحف. في عام 2012، كان الباحثون قادرين على دراسة تطور الفيروس القهقري، عن طريق استخراج الحمض النووي الفيروسي من جلود ثدييات الكوالا، البالغ عمرها 120 سنة، ثم قارنوها بالحمض النووي لجلود من الثمانينات[4].

يقول نوريس إنه من الممكن تطبيق الأمر نفسه مع الخفافيش؛ للمساعدة في تتبُّع ديناميّات أمراض معينة، مثل الإيبولا، حيث (إن الباحثين يشكون بشدة في أن الخفافيش تسبَّبت في نزع فتيل المرض مؤخرًا في غرب أفريقيا). ويتابع نوريس حديثه قائلًا: «من الممكن أن تذهب إلى المتاحف، وتبحث عن الحمض النووي الفيروسي»، حيث يوجد في المتحف الوطني للتاريخ الطبيعي وحده أكثر من 125 ألف عينة من الخفافيش من جميع أنحاء العالم، ويضيف قائلًا إنه «متأكد من وجود شيء ما لم نواجهه حتى الآن، وربما تتخطى خطورته خطر الإيبولا»، لكن الأفكار المتعلقة بالأمراض الفتاكة تكون بعيدة عن ذهن موراتيللي عندما ينكب على عمله في مؤسسة سميثسونيان، والفرجار في يده، حيث يقيس بدقة حجم خفاش آخر، ويُدخل البيانات في جدوله، ويضع الحيوان على صينية، ثم يأخذ قياسات أخرى، ويكرر هذه العملية. وفي جعبته ما زال هناك المزيد من العينات المستعارة من متاحف في بنسلفانيا، ولويزيانا، وكاليفورنيا.

في العام الماضي، أثناء وجوده في جامعة تكساس للتكنولوجيا في لوبوك، اكتشف موراتيللي ما بدا أنه عينة من نوع مجهول من خفافيش دولة جويانا. وسيحدد هويته على وجه التأكيد في وقت لاحق من هذا العام عندما يسافر إلى كندا لمقارنة العينة بمجموعة كبيرة من مئات الخفافيش التي تنتمي إلى دولة جويانا.

منذ بضع سنوات، سافر إلى المتحف الوطني الفرنسي للتاريخ الطبيعي في باريس ليفحص عينتين فقط. وفي الأشهر المقبلة، سيكرر موراتيللي عملية القياس آلاف المرات، وهو يعرف أنه سيكتشف أنواعًا جديدة. وربما يساعد بعض هذه العيِّنات، خاصة الخفافيش التي يهددها نقص الموائل، على تفادي عملية الانقراض. ولا شك أن هذا الأمر قد فات أوانه على مستوى عيِّنات أخرى. ■

كريستوفر كيمب كاتب مستقل في جراند رابيدز (متشيجان).

1. Moratelli, R. & Wilson, D. E. *Mamm. Biol.* **76,** 608–614 (2011).
2. Fontaine, B., Perrard, A. & Bouchet, P. *Curr. Biol.* **22,** R943–R944 (2012).
3. Helgen, K. M., Helgen, L. E. & Wilson, D. E. *Am. Mus. Novitates* **June,** 3646 (2009).
4. Ávila-Arcos, M. C. *et al. Mol. Biol. Evol.* **30,** 299–304 (2013).

مشاركة البيانات تشجيع تبادل المعلومات السريع والأمين عند تفشِّي الأوبئة **ص. 45**

لمحة من الماضي قراءة الكتاب الأكثر تأثيرًا للحسن بن الهيثم، في ذكرى مرور ألف عام على صدوره. **ص. 48**

علم البيئة دراسة المناطق القاحلة وشعوبها تكشِف عن ثروات وخبرات، لا حصر لها. **ص. 51**

تأبين هوبرت ماركل، عالِم الأحياء الذي أدار المنظَّمات البحثية الألمانية أثناء توحيد الألمانيتين. **ص. 54**

RICHARD DREW/AP

أدَّى خلل في برمجيات شركة «نايت كابيتال» للتداولات التجارية إلى خسائر بلغت 440 مليون دولار في يوم واحد في عام 2012.

التداول بسرعة الضوء

يجب أن نتعلم المزيد عن أسلوب عمل الأسواق المالية بمعدلات أسرع من أي وقت مضى؛ من أجل الحدّ من المخاطر، حسب قول **مارك بوكانان**.

إنّ متداولي سوق المال في حالة سباق مستمر؛ كي يزيدوا سرعة وتيرة المعاملات المالية عن أي وقت مضى. ففي هيئات البورصة ـ التي تعتمد على التكنولوجيا المتقدمة ـ يمكن للشركات أن تُجْرِي أكثر من مئة ألف تداوُل في الثانية للعميل الواحد. وفي هذا الصيف، ستتمكن المراكز المالية في لندن ونيويورك من التواصل بشكل أسرع بمعدل 2.6 مِلِّي ثانية (أي بنسبة 10% تقريبًا) بعد افتتاح خط الألياف الضوئية عبر المحيط الأطلسي، الذي يُطلَق عليه اسم «هيبرنيا إكسبريس» Hibernia Express، الذي بلغت تكلفته ثلاثمئة مليون دولار أمريكي. وفي ظل الابتكارات التكنولوجية الحالية، لا شيء يفرض قيودًا متزايدة على سرعة التداول سوى اعتبارات فيزيائية أصيلة. هذه الاعتبارات تتعلق بالحاجز الأول ـ والأخير ـ الذي نسميه «سرعة الضوء».

تنتقل المعلومات عبر الألياف الضوئية الزجاجية بثلثي سرعة الضوء في الفراغ (وتبلغ ثلاثمئة ألف كيلومتر في الثانية). وإذا أردنا زيادة السرعة، فينبغي أن ننقل البيانات عبر الهواء. وتعجّ الممرات بين شيكاغو ونيويورك ونيوجيرسي، وبين لندن وفرانكفورت، بِوَصَلات الأمواج الدقيقة عالية الكفاءة والموجات المليِّمترية، كما أُنشئت شبكة من أجهزة الليزر أكثر كفاءة؛ للربط بين بورصات المال في نيويورك، ونيوجيرسي، ولندن، وفرانكفورت[1].



قد تتضمن التقنيات المستقبلية استخدام كابلات الألياف المجوَّفة، التي ينتقل الضوء خلالها عبر تجويف دقيق من الهواء بسرعة الضوء. وتأمل شركات التداول في تكوين أسطول من البالونات، أو من الطائرات التي تطير بدون طيار وتعمل بالطاقة الشمسية، بحيث يحمل مردد الإشارة من أجل دعم شبكة من الروابط عبر المحيطات. وفي غضون عشر سنوات تقريبًا، قد تتواصل الشركات باستخدام جسيمات النيوترينو، التي تنتقل بسرعة الضوء، ويمكنها المرور عبر الحواجز، لا سيما حاجز الأرض. كل ذلك يعني أرباحًا كبيرة تحققها شركات التداول المالي التي تعتمد على التكنولوجيا المتطورة، وتمثل الآن ما يقرب من 50% من حصة تداول الأسهم في الولايات المتحدة وأوروبا. ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


CLAUDIO PAPAPIETRO

تَربط وحداتُ الليزر هذه على أسطح المباني مركزَ بيانات «ناسداك» في ولاية نيوجيرسي ببورصة نيويورك.

مع ذلك.. تدَّعي بعض الشركات أن انعدام التكافؤ في استخدام السرعة القصوى يقوِّض مبدأ عدالة التوزيع في التداول، كما تَحْدُث أعطال كبيرة على مستوى المنظومة عندما تتفاعل الخوارزميات تفاعلًا مفاجئًا، مثلما حدث في واقعة «الانهيار الخاطف»، التي شهدتها البورصة الأمريكية في السادس من مايو 2010، عندما هبط مؤشر «داو جونز» الصناعي إلى أدنى معدلاته اليومية في تاريخه على الإطلاق في غضون دقائق (انظر: «الانهيار الخاطف»). ولا أحد يعرف متى يمكن أن يباغِت هبوطٌ مماثل الأسواقَ العالمية.

لتجنُّب هذه المخاطر.. ينبغي أن نبحث بحثًا مكثَّفًا في أسلوب عمل الأسواق المالية، كبيئات مركبة من خوارزميات متفاعلة، إضافة إلى معرفة الكيفية التي تمكننا من تجنُّب وقوع كوارث؛ من خلال اتخاذ إجراءات احترازية.

تخطِّي العقبات

يَعتمد التداول عالي التردد على أجهزة حاسب سريعة، ومعادلات خوارزمية؛ لتحديد المشتريات، والمبيعات، وتوقيت إتمام العمليتين، فضلًا عن التغذية النشطة المتواصلة للبيانات المالية من البورصات، فالمايكرو ثانية في هذا العالم تصنع فارقًا. وتقلِّل وَصْلات البيانات الأسرع بين البورصات الوقتَ المستغرق في إجراء تداول ما. لذا.. تقاتل الشركات بعضها بعضًا؛ من أجل أن تضع كل منها جهاز حاسبها في أقرب مكان لها؛ ويناور المتداولون أيضًا على الجلوس في أقرب مكان إلى أنبوب البيانات. وهذا الأمر برمته يكلف الكثير من المال، حيث يبلغ تأجير وصلة سريعة عشرة آلاف دولار شهريًّا.

هذا.. وما زالت تكنولوجيا الاتصالات عاملًا مقيِّدًا.. فكابلات الألياف الضوئية تحمل معظم البيانات، لكنها لا تفي بالسرعة المطلوبة. والروابط السريعة تحمل المعلومات عبر الانحناء الجيوديسي (وهو أقصر مسار بين نقطتين على سطح الأرض). ومن ثم، تمثل الوصلات التي تمتد على موجات الميكرويف الخيارَ الأفضل، كما أن الموجات المِلّيمترية وموجات الليزر تُعَدّ أفضل منها، لأنها تسمح بكثافة بيانات أعلى.

تواجه نظم الاتصالات الهوائية مشكلة اضطرابات الطقس. وقد دعمت شركة «أنوفا تكنولوجيز» ـ صاحبة خدمات دعم شركات التداول، ومقرها في شيكاغو بإلينوي ـ شبكتها الليزرية في نيويورك بموجات مِلِّيمترية؛ للتغلب على تأثيرات المطر والضباب والثلوج. وتَستخدِم الشركة آليّات المحاذاة الملائمة؛ للحفاظ على عمل الروابط، حتى في وجود رياح تؤدي إلى التواء أبراج الاتصال بزاوية تصل إلى ثلاث درجات، لكن الموجات الدقيقة لا يمكن استخدامها لمسافات طويلة ـ وكذلك الليزر ـ دون الاستعانة بمردِّد للإشارة، لأن قوتها تضمحل بسرعة في الجو، فضلًا عن أنها لا تتقوَّس مع انحناء الأرض.

يشكك بعض الاقتصاديين في قيمة هذه الاستثمارات.. فجوزيف ستيجليتز ـ الحائز على جائزة «نوبل» في الاقتصاد ـ من بين هؤلاء الذين يزعمون أن التداول السريع لا فائدة منه اجتماعيًّا[2]، فشركات التداول عالي التردد تلغي بسرعة ما يقرب من 95% من الطلبيّات التي تتقدم بها[3]. والأسوأ من ذلك.. السرعة التي قد تعرقل الأداء المناسب للسوق، حيث إن الغرض التقليدي للأسواق المالية هو تجميع معلومات متنوعة من أناس كثيرين؛ لتوجيه الموارد الاستثمارية. ويتطلب ذلك تداولًا مبنيًّا على بصيرة، ودراسة عميقة، وصبر، وكلها أمور غريبة على أنظمة[2] التداول عالي التردد المبنية على الخوارزميات.

الطيب، والشرس، والقبيح

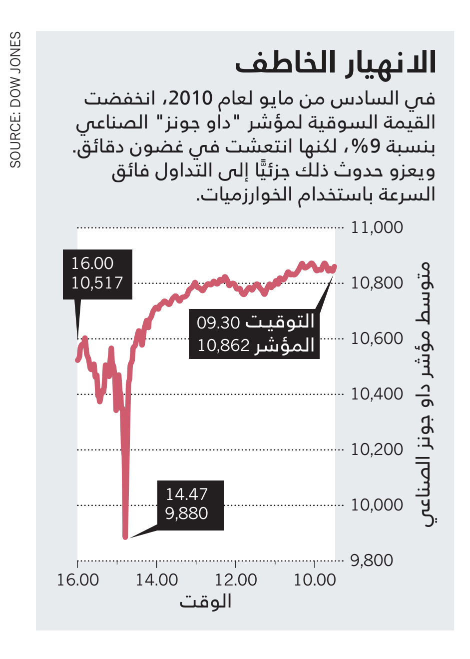
لعملية التداول السريع إيجابياتها وسلبياتها. أولًا، تمنح الأسواق «سيولة»، حيث تجعل من السهل عثور المستثمرين على شركاء تداول بأسعار مناسبة. والأسواق السلسة تفيد التجارة بالطريقة نفسها التي يساعد بها التدفق الحر لحركة المرور عملية النقل. هذه الأسواق تميل إلى أن تكون ذات «هوامش» منخفضة. والهامش هنا هو الفروق بين الأسعار التي يمكن بها شراء الأسهم أو بيعها، ونسبة الرسوم التي يتقاضاها السماسرة، وبالتالي تكاليف معاملات المستثمرين. ومع نمو التداول عالي التردد على مدى العقد الماضي، انخفضت الهوامش في عديد من الأسواق؛ مما جعل التداول أرخص[4].

مع ذلك.. فإن السيولة الناجمة عن التداول بالحاسب تُعَدّ عابرة، كما يمكن أن تفشل عندما تصبح الأسواق جامحة. فالتقلب العنيف للأسعار يعني مخاطر أكبر للمتداولين الذين يكسبون قُوتهم من «صناعة السوق»، حيث يقفون على أهبة الاستعداد لشراء أو بيع الأسهم في أي لحظة، وجني ربح من الهامش. ويصدر عن الخوارزميات التي يستخدمونها لإجراء تداول مربح المزيد من الأخطاء، فضلًا عن أنها مبرمَجة على مغادرة الساحة تمامًا عندما تصبح الأسواق متقلبة للغاية. وتتفاقم المشكلة بسبب تشابه الخوارزميات التي تستخدمها شركات عديدة للتداول عالي التردد، التي تتدخل لإنقاذ الموقف في الوقت نفسه. وذلك ما حدث في الانهيار الخاطف الذي وقع في عام 2010. وبطبيعة الحال، فإن (هذه المشكلة تحدث أيضًا مع التجار من البشر، الذين يفرون من الأسواق عندما تصبح مخيفة جدًا.)

من المزايا الأخرى للتداول عالي التردد: مساعدته على تحقيق مزامنة للأسعار عبر الأسواق[5]. ويتطلب الأمر بعض الوقت؛ لفهم المعلومات، واستخلاص الآثار المترتبة، ومواءمة الأسعار. فإذا ارتفعت أسعار السكر، أو شراب الذُّرة عالي الفركتوز؛ ستهبط أسهم شركة «كوكاكولا» بسرعة، بينما سيستغرق هبوط أسهم شركات المشروبات الغازية الأقل شهرة وقتًا أطول. ويؤدي التداول عالي التردد إلى تسريع تلك العملية. ففي عام 2000، استغرق الأمر دقيقة واحدة، وفقًا للمعدل المتوسط لتغيُّر سعر إحدى الأوراق المالية، ثم تدفَّق هذا التغير للأوراق المالية الأخرى. أمّا الآن، فيستغرق الأمر أقل من عشر ثوان. ومع ذلك.. فهذا الأمر ليس محل ترحيب من الجميع، لأن المزامنة السريعة تمحق فرص الربح المتاحة للشركات التي تكسب من خلال معرفة الاضطرابات اللحظية في الأسعار.

ديناميّات السوق

هناك شركات للتداول عالي التردد تستغل الأخطاء التاريخية التي تحدث في هيكلية الأسواق. فبموجب القانون الأمريكي، يتعين على كل بورصة منشأة بموجب القوانين أن تطرح أفضل الأسعار المتاحة لديها للأسهم في حالتي البيع والشراء لهيئة مركزية، تستخدم بدورها تلك المعلومات في إعداد العطاءات والعروض الحكومية العامة. وتبيع البورصات أيضًا أحدث البيانات بصورة



SOURCE: DOW JONES

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أسرع، بحيث يمكن للشركات استخدامها للتنبؤ مقدمًا بالعطاءات والعروض الحكومية العامة، مما يمنحها أسبقية عن الأفراد الذين يستخدمون المعلومات المتاحة للجمهور فحسب. ومن ثم، تستطيع شركات التداول عالي التردد أن تتحرك قبل التجار الأبطأ حركةً؛ حيث يؤدي ذلك عادةً إلى مزيد من مزامنة الأسعار. وكبار المستثمرين ـ مثل صناديق الاستثمار، وصناديق التقاعد ـ الذين يعملون بناءً على بصيرة ومعلومات مستمدة من العالم الحقيقي مع وجهة نظر طويلة الأجل، هم من بين الفئات التي تتعرض للخسارة، رغم أنهم يستفيدون أيضًا من تدني هوامش الربح بسبب شركات التداول عالي التردد.

في الولايات المتحدة، أنشأت شركات التداول الكبيرة مساحات خاصة للتداول؛ من أجل التغلب على ميزة التوقيت، التي تتمتع بها شركات التداول عالي التردد. على سبيل المثال.. يهدف نظام التداول البديل (IEX) ـ الذي أُطلق في عام 2013 ـ إلى وقف استغلال بيانات العطاءات والعروض الحكومية العامة. وقد استحدث هذا النظام خاصية «مطب سرعة» التداول. هذه الخاصية تُبطئ العملية تلقائيًّا لمدة 350 ميكرو ثانية، مما يجعل من المستحيل بالنسبة للمتداولين الاستفادة من آخر البيانات المُحَدَّثة. وقد جذب هذا النظام ما يقرب من 1% من حجم تداول الأسهم في الولايات المتحدة، وقد تحذو حذوه شركات في بلدان أخرى.

مع قيام الرموز الحاسوبية بتنفيذ صفقات لها عواقب في العالم الحقيقي بمعدل يفوق قدرة الانسان على التدخل، يمكن لآثار أخطاء الترميز ومواطن الخلل الرقمية أن تتضخم بسرعة. ففي عام 2012، أدَّى خلل في خوارزميات إحدى أكبر شركات التداول عالي التردد في الولايات المتحدة (شركة «نايت كابيتال») إلى خسائر قيمتها 440 مليون دولار في 45 دقيقة، حيث اشترى نظامها بأسعار أعلى من أسعار البيع.

تنتشر الطفرات المفاجئة أو «الكسور المالية» في الأسعار انتشارًا متزايدًا. ففي السنوات القليلة الماضية، تغيرت قِيَم الأسهم لعشرات الآلاف من المرات بنسبة 1% في أقل من 0.04 ثانية[6]. ووقع حادث الانهيار الخاطف في عام 2010 حوالي الساعة (02:45) مساء بتوقيت نيويورك، وتعافت الأسواق في غضون 15 دقيقة تقريبًا. ولولا أنه ضرب السوق قبل وقت الإغلاق في نيويورك مباشرة، لأثَّرت الصدمة على الأسواق في مختلف أنحاء العالم، ولاستغرق التعافي منه وقتًا أطول. ويتكهن بعض المستثمرين بوقوع «انهيار مروع»، حيث ستؤدي قفزة هائلة في أحد الأسواق إلى تعطيل أو تجميد التداول بالعملات الأجنبية، والعقود الآجلة، والسلع، والسندات، والأصول الأخرى، مما قد ينزع فتيل أزمة اقتصادية عالمية. ويرى بعض الباحثين[6] أن الطفرات المفاجئة تعكس تحولاً أساسيًّا في ديناميّة السوق، وهذا التحول يرتبط بلجوء الشركات إلى استخدام معدلات خوارزمية بسيطة؛ لتحقيق أقصى قدر من سرعة التشغيل.

مخاطر نظاميّة

تختلف طبيعة الأسواق المالية اليوم اختلافًا كبيرًا عن الماضي.. فبدلًا من كونها تعكس قرارات جماعية، فإنها تنطوي على سلوك شبكات معقدة من التقنيات، وتفاعلها مع البشر. وتتزايد إمكانية حدوث مشكلات عالمية مع انتقال أساليب التداول عالي التردد إلى الأسواق الدولية في مجالات القروض الآجلة، وغيرها من الأصول[7]. ولن تكون هناك أي صناعة ـ بما في ذلك الطاقة، والغذاء، والتأمين، والمصارف ـ في مأمن من التعطل.

النقاط الساخنة للتداول السريع

تمثل سرعة الضوء الحد الأقصى للسرعة التي يمكن عندها إتمام التداولات بين المراكز المالية في العالم، ونعطيها العلامة الآتية(●). وتستغرق الإشارات التي تنتقل بهذه السرعة 67 ملّي ثانية لقطع نصف المسافة حول الأرض. تُعَدّ النقاط في منتصف المسافة بين بورصتين، وعلامتها (•)، أفضل المواقع لأجهزة الحاسوب المستخدمة في التداول عالي التردد، لأنها تحصل على المعلومات من كلتيهما في وقت واحد، وبأقل فترة تأخر ممكنة.



SOURCE: REF. 8

في المستقبل، عندما تمتد شبكات الليزر الجوية عبر المحيطات، من الممكن أن تحدث أمور أكثر غرابة. فالموقع الذي يمكن فيه للمتداولين الحصول على معلومات من بورصتين بأسرع ما يمكن سيرتكز في نقطة تقع بينهما، أي بين شيكاغو ولندن، ويوجد هذا الموقع وسط المحيط الأطلسي. وفي مثل هذا الموقع، يستطيع المتداولون أن يستغلوا تقنية تسمَّى «الموازنة النسبية»[8]؛ للاستفادة من اختلال الأسعار اللحظي في شيكاغو ولندن.

لمزيد من الإيضاح.. تقول النظرية النسبية إنه لا شيء يمكنه الانتقال بسرعة أكبر من سرعة الضوء c. ومن ثم، فالمتداول الذي يقف على مسافة D من بورصة ما يمكنه معرفة ما حدث هناك، في أفضل الأحوال، بعد فترة معادلاتها ($D/c = T$) من توقيت الحدث. وبين مراكز التداول الكبرى حول العالم، يمكن أن يتراوح هذا التأخير من بضعة إلى عشرات من الملّي ثانية. وإذا كان المتداول يقف في منتصف المسافة بين البورصتين، فسيتلقى المعلومات من البورصتين بعد فترة التأخير نفسها، أي وفقًا لمعادلة= D/c) T). وفي أي مكان آخر، ستكون المسافة إلى إحدى البورصتين ـ على الأقل ـ أكبر، وسيستغرق وصول المعلومات إلى المتداول وقتًا أطول.

«يمكن لآثار أخطاء الترميز ومواطن الخلل الرقمية أن تتضخم بسرعة.»

بعبارة أخرى.. في غضون بضع سنوات، قد يصبح من المُربِح وضع سفينة أو غيرها من مِنَصّات التداول بالقرب من نقطة تقع في منتصف المسافة بين أزواج المراكز المالية حول العالم (انظر: «النقاط الساخنة للتداول السريع»). ومع ذلك.. فقد انخفضت الأرباح التي تجنيها شركات التداول بالتردد العالي في السنوات الأخيرة، مما يشير إلى أن معظم الفرص السهلة لجني المال قد استُغِلَّت بالفعل.

في غضون عشر سنوات، إذا استُخدمت شركات تردد الإشارات من نيويورك حتى ميلبورن، وفقًا لنظرية الحد الأقصى لآينشتاين؛ من أجل الدفع بعجلات النظام المالي إلى الأمام، فينبغي أن تركز الأبحاث وصناعة السياسات على سؤالين، هما: أولاً، كيف يمكن تجنب أخطر الأشياء التي يمكن أن تولّد خطأ؟ ثانيًا، كيف يمكن جعْل الأسواق تقدِّم ما في وسعها لخدمة المجتمع؟

التحدي الأول يتطلب المزيد من البحوث في ديناميّات الأسواق التي تعمل وفقًا لمعادلات الخوارزمية، بدلًا من مستثمرين. لذلك.. ينبغي على الباحثين في مجالات الحاسب الآلي، والرياضيات، والاقتصاد أن يتعاونوا لفهم ملابسات حدوث «الانهيار الخاطف»؛ ليتوصلوا إلى كيفية تجنُّب مثل هذه الأزمات، من خلال تغيرات في هياكل الأسواق، فضلًا عن معرفة «الزر الآلي لقطع التيار»، إذا جاز التعبير، لمنع الأحداث من الخروج عن السيطرة؟

من ناحية أخرى.. ينبغي على الباحثين وصانعي السياسات أن يقيِّموا أسلوب تنظيم الأسواق، بحيث تخدم تعزيز الاستثمارات الاقتصادية الحقيقية. وقد اكتسب التداول الخوارزمي حرية واسعة على مدى العقدين الماضيين، من منطلق أن الشركات التي تحقق أرباحًا يُفترَض أنها تساعد السوق. وتشير الأبحاث المالية[9] إلى احتمال التوصل إلى السرعة المثلى لعملية التداول، التي ربما تكون أسواق اليوم قد تجاوزتها بالفعل. ■

مارك بوكانان كاتب علمي، يقيم في المملكة المتحدة. أحدث مؤلفاته هو كتاب «التنبؤ .. ما الذي يمكن أن تعلِّمه إيّانا الفيزياءُ، وعلم الأرصاد الجوية، والعلوم الطبيعية عن الاقتصاد؟» *Forecast*.
البريد الإلكتروني: buchanan.mark@gmail.com

1. Patterson, S. 'High-Speed Stock Traders Turn to Laser Beams' *The Wall Street Journal* (12 February 2014).
2. Stiglitz, J. E. 'Tapping the Brakes: Are Less Active Markets Safer and Better for the Economy?' Paper given at 2014 Financial Markets Conference (2014); available at http://go.nature.com/ushstd.
3. Salmon, F. 'The problem with high frequency trading' *Reuters* (2012); available at http://go.nature.com/ejnucs.
4. Hendershott, T., Jones, C. M. & Menkveld, A. J. *J. Finance* **66,** 1–33 (2011).
5. Gerig, A. Preprint at http://arxiv.org/abs/1211.1919 (2012).
6. Johnson, N. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1202.1448 (2012).
7. Cliff, D. & Northrop, L. *The Global Financial Markets: An Ultra-Large-Scale Systems Perspective* (UK Government Office for Science, 2010).
8. Wissner-Gross, A. D. & Freer, C. E. *Phys. Rev. E* **82,** 056104 (2010).
9. Fricke, D. & Gerig, A. Preprint available at http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2363114 (2015).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ILLUSTRATIONS BY DAVID PARKINS

الحُكْم الرشيد يدفع عجلة الابتكار

تحذِّر **ألينا مونجيو بيبيدي** من الفساد، باعتباره وحشًا كاسرًا يكبح جماح الابتكار، وتؤكد على أهمية الفحص الدقيق للإنفاق العام؛ من أجل بلوغ الأهداف المرجوة من العلم والتكنولوجيا.

أشار السيد خوسيه مانويل باروسو ـ رئيس المفوضية الأوروبية السابق ـ في خطابه عن حالة الاتحاد الاقتصادي لعام 2013 إلى «الدراسات العلمية الجديدة المستمدة من التقنيات الحديثة»، بوصفها مفتاحًا لاستدامة النمو الاقتصادي.

وبالمثل، شدَّد الرئيس الأمريكي باراك أوباما على أهمية الابتكار في تحقيق الانتعاش الاقتصادي في خطابه عن حالة الاتحاد لعام 2014، الذي قال فيه: «اليوم في أمريكا... افتتحت إحدى رائدات الأعمال شركتها التكنولوجية الجديدة، وأسهمت في زيادة قائمة الثمانية ملايين وظيفة، التي وفّرها قطاعنا التجاري على مدار الأربع سنوات الأخيرة». وعلى هذا المنوال.. تقدِّم هيئات ومؤسسات معينة ـ مثل البنك الدولي، والمنتدى الاقتصادي العالمي ـ وعودًا وحوافز تشجيعية للمبتكرين والمبدعين في دول العالم النامي.

في واقع الأمر، يُعَدّ الابتكار مفتاحًا لتحقيق الرفاهية والرخاء، إلا أن الفساد والابتكار لا يمكن أن يتعايشا معًا. ومن ثم، إذا أرادت الشركات والأفراد اتخاذ طريق الابتكار؛ وإذا أرادت المجتمعات التي تمثل الشركات والأفراد أن تحصد أفضل ثمار الابتكار؛ فيجب أن نرجح كفة المنافسة والعمل الجاد على كفة الاعتماد على العلاقات الشخصية. وقد تبين في التحليلات التي أجريتها أن الحُكْم الرشيد الذي يؤسس مجتمعات كهذه يندر وجوده بدرجة أكبر مما يَعتقِد كثير من الناس.

الثلث الأعلى

إذا عرفتَ إلى أيّ مدى وصل الفساد في بلد ما، يمكنك أن تتنبأ بدقة قدرَ الابتكار والإبداع الذي ستجده في ذلك البلد (انظر: «الدوائر الفاضلة»). ففي الاتحاد الأوروبي، ترتبط قدرة القطاع الخاص على الابتكار ارتباطًا قويًّا بمكافحة الفساد (تبلغ درجة الارتباط 0.84)، وبجودة مؤسسات البحث العلمي الوطنية (0.85)، وبإجمالي الإنفاق المحلي على البحوث والتنمية (0.9). ويمكن تعريف الفساد في هذا التحليل بأنه سوء استخدام السلطة العامة، من أجل تحقيق مصلحة خاصة، حيث ينتج عنه توزيع الموارد والثروات العامة توزيعًا جائرًا. أمّا مكافحة الفساد، فنعرِّفه، وفقًا لتقييم البنك الدولي، بقدرة المجتمع على منع السلطات من توزيع السلع والموارد العامة توزيعًا يخدم مصالحها الخاصة.

من ثم، لا يشغل الابتكار حيزًا كبيرًا في الدولة التي تحتل مرتبة أدنى من الدول التي تشغل الثلث الأعلى من مقياس مكافحة الفساد، فمِن بين الدول الديموقراطية في العالم، البالغ عددها 114 دولة، ثمة 35 دولة تتجاوز هذا الحد، إضافة إلى ثلاث دول فقط، من بين 78 دولة، لا تُجرَى فيها انتخابات حرة. وعلى مستوى الاتحاد الأوروبي، تسجل رومانيا وبلغاريا واليونان وإيطاليا مستويات متدنِّية في مكافحة الفساد، بينما تبلغ هذه المستويات ذروتها في الدول الإسكندنافية، ثم تليها هولندا، والمملكة المتحدة، وألمانيا. أما في خارج القارة الأوروبية، فتأتي نيوزيلندا وكندا وأستراليا في الصدارة، فضلًا عن مستويات مكافحة الفساد المنضبطة في الولايات المتحدة الأمريكية، التي تظل الدولة الأكبر في العالم من حيث عدد السكان.

سيادة المحسوبية

تكشف الدراسات[1] أن صورة المحسوبية تنتشر انتشارًا متزايدًا عن أي وقت مضى. فالمجتمع القائم على الكفاءة والجدارة يحتاج إلى تَوَالِي عدة أجيال؛ كي ينمو ويتطور. وهذا الأمر لم تبلغه سوى خمس وعشرين دولة تقريبًا، وهي الدول نفسها التي تحتل المراتب الأولى في مكافحة الفساد، وهي: الدول الاسكندنافية، والدول الأنجلو سكسونية، والدول الناطقة بالألمانية، وبضع دول أخرى[2]. هذه المجتمعات فقط هي التي تمكّنت من إرساء نظام اجتماعي يرى المواطنين جميعًا سواسية؛ ولذلك.. لا تنجم عن إساءة استخدام السلطة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

DATA SOURCES: WORLDWIDE GOVERNANCE INDICATORS (CTRL. CORRUPT); A, WORLD BANK DEVELOPMENT INDICATORS; B, GLOBAL INNOVATION INDEX; C, GLOBAL COMPETITIVENESS REPORT. ANALYSIS: A.M.-P.

شبهات في توزيع الأموال والثروات العامة. بعيدًا عن الخمس وعشرين دولة تلك، تقل ثقة المواطنين في المؤسسات. ففي الدراسة الاستقصائية[3] التي تمت في عام 2013، والتي شارك فيها 114 ألف شخص ينتمون إلى 107 دول، أعرب ما يقرب من ثلث المشاركين عن أن العلاقات والمعارف الشخصية هي العامل الحاسم في إتمام الخدمات في القطاع العام، بدءًا من تخصيص الوظائف في الجامعات، وانتهاء بتوزيع مخصصات البحوث المالية التي ترعاها الدولة.

توصلت دراسة استقصائية أُجريت في الاتحاد الأوروبي على 85 ألف مشارك تقريبًا[4] إلى أن كثيرًا من الأوروبيين يَشْكُون من المحسوبية في القطاعين العام والخاص. ولا تعتقد الفئة العظمى في المجتمعات أن الكفاءة والجدارة المعيار الفاصل، فيما عدا منطقة الشمال الأوروبي (متضمنة فرنسا). وفي منطقة الحوض الأبيض المتوسط، تساوت تقريبًا كفة الفئتين (العظمى والصغرى)؛ أما في دول أوروبا الشرقية، التي حصلت مؤخرًا على عضوية الاتحاد الأوروبي، فتشكِّل المحسوبية فيها أسلوب المعاملة السائد.

تترسخ هذه الآراء من خلال خبرات التعامل مع جميع جوانب الحياة الدراسية، والمهنية، والعامة. ومن ثم، أصبحت المجتمعات التي يشعر فيها الناس بسيادة مبدأ المحسوبية محصورة في حلقة مفرغة، حيث تفرّ مواهبها البشرية إلى البلاد التي تؤمِن بمعايير الكفاءة والجدارة، أو تتوقف عن الإنتاج، مما تسبب في المزيد من تآكل مسيرة التنمية في البلاد[5]. ومع أن الأشخاص الذين وصلوا إلى مستويات علمية راقية عادةً ما يعلنون كراهيتهم للفساد، إلا أن عددهم الذي يقدم الرشاوى لا يقل عن الأشخاص الذين وصلوا إلى مستويات علمية تقليدية (nature.com/lmatfw).

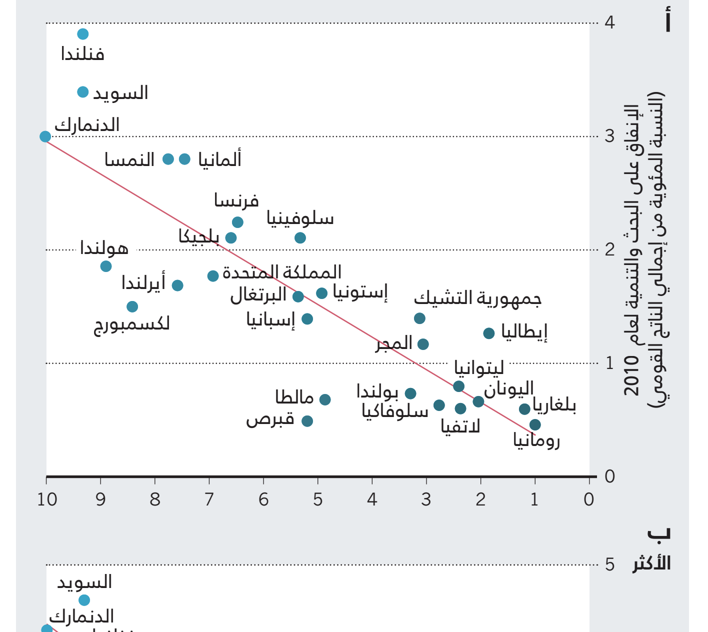
مَنْ يلتمس وُدّ مَنْ؟

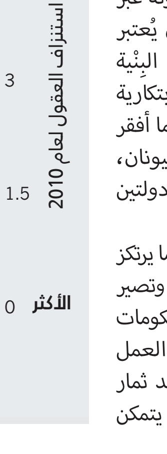
يتبادر هنا إلى الأذهان السؤال الآتي: لماذا تقرِّر القدرة على الابتكار جودة الحُكْم الرشيد؟ والجواب لا يُرجِع السبب قطعًا إلى مستويات موهبة الابتكار المتفاوتة عبر أنحاء البلاد، ومستوى الفقر، الذي يُعتبر عاملًا مهمًّا، لأنه يدل على ضعف البِنْية التحتية المخصصة للأنشطة الابتكارية والتكنولوجية.. فرومانيا وبلغاريا هما أفقر دولتين في أوروبا، أما إيطاليا واليونان، فليستا ـ بأيِّ حال من الأحوال ـ دولتين تعانيان من التخلف.

الأمر ببساطة يتلخص في أنه عندما يرتكز أساس التقدم على الكفاءة والجدارة، وتصير المحسوبية شيئًا ثانويًّا، ستعزِّز الحكومات والأسواق ـ على حد سواء ـ قيمة العمل الجاد. وفي نهاية المطاف.. سنحصد ثمار الرفاهية والرخاء. وفي الأماكن التي لا يتمكن

الدوائر الفاضلة

تنخفض معدلات الإنفاق على البحوث (أ) والابتكار (ب) في الدول الأوروبية التي تعتبرها مؤشرات الحوكمة العالمية بلاد فاسدة، مما يدفع أصحاب المواهب إلى الفرار من تلك الدول (ج). أما الدول التي تقوم على أسس الديمقراطية، والكفاءة، والجدارة، فتستثمر في مجالي العلوم والتعليم، اللذين يدفعان بعجلة التقدم الاقتصادي إلى الأمام.





فيها مثل هذا النظام من السيطرة على مقاليد الأمور، فإن التوزيع الاجتماعي يتم تبعًا لمعايير تفضيلية، وليست أخلاقية. وفي تلك السياقات، يُهمَّش دَوْرَا العلم والبحث العلمي، لأن أصحاب السلطة يخشون من تهديد صاحب الموهبة لغايتهم الرئيسة، ألا وهي السيطرة على السبل المؤدية إلى الموارد العامة والخاصة.

لا تضخ الحكومات التي تشتري الدعم السياسي استثمارات كثيرة في التعليم والبحوث، لأنها ترى أن العائد من ذلك النوع من الاستثمار يكون عامًّا للغاية. أمّا إنشاء استاد رياضي، أو مطار جديد، فأيّ منهما يلتمس وُدّ الشركات المختارة لبنائه؛ مما (قد يسهم في دعم الحملة الانتخابية التالية)، وكذلك الناخبين الكثيرين الذين يستخدمون تلك المنشأة. من هذا المنطلق، يكون تخصيص ألف منحة دراسية علمية مسألة أقل ربحًا، حيث إنه من غير الممكن مَنْحها للأَخِلّاء الذين يفتقدون الأهلية العلمية.

هذا هو السبب في أن دول الاتحاد الأوروبي الأكثر فسادًا تنفق على المشروعات الكبرى ـ مثل الطرق، والقطارات فائقة السرعة ـ أكثر مما تنفق على الصحة، والبحث العلمي، والتعليم، والتنمية (انظر: «المزايدات الفردية»). وعندما تروِّج بروكسل لسياسات التقشف، حتى مع وجود أفضل النوايا، فأيّ الأموال تُستنفَد أولًا في الدول الفاسدة؟ إنها أموال الاستثمارات في التعليم والعلوم، بلا شك.

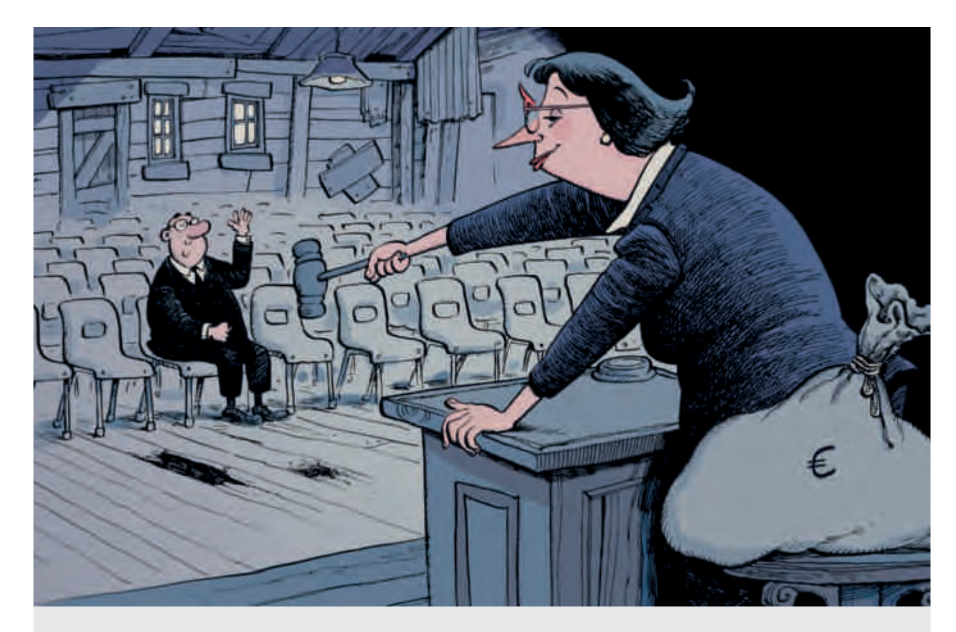
مما لا شك فيه أن المفوضية الأوروبية تحيط علمًا بكل هذه الأمور بالطبع. وقد صدرت توصيات صريحة للدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي بعدم الدعوة للتقشف في المجالات التي يُعزى إليها إمكانية تحقيق الانتعاش الاقتصادي في استراتيجية تمويل البحوث والابتكار، المعروفة باسم «هورايزون 2020». ولعل الأمر الذي يثير القلق الأكبر هو تخطيط جان كلود جانكر ـ الرئيس الحالي للمفوضية الأوروبية ـ إلى تحويل جزء من مخصصات الأبحاث المالية إلى حوافز اقتصادية. ولا ريب أن الأبحاث هي وقود حركة التنمية، وغالبًا ما ترتبط مشروعات «النمو» بالفساد[6].

لا غِنَى عن الرقابة

في أغلب الأحيان، تدور مناقشات حيال حجم التمويل العام المخصص للأبحاث والتنمية، إلا أن النزاهة في إنفاق هذه الأموال لا يكترث بها أحد. ومن ثم، يتعين على الاتحاد الأوروبي أن يراقب لوائح مخصصات الأبحاث المالية، ويتدخّل في ضبطها.

مِن أجل فضْح تلك الممارسات الملتوية، يتعين على الجهات الرقابية الأوروبية بنوعيها (عامّةً كانت، أم غير هادفة إلى الربح) والمفوضية الأوروبية فرض ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



مؤشرات الفساد

المزايدات الفردية

في أثناء عملية المزايدة للحصول على أموال عامة، بمعنى الفوز بعقد لبناء مستشفى، أو مطار، على سبيل المثال، فإن «المزايدات الفردية» تشير إلى الحالات التي يشارك فيها مرشح واحد فقط، ويفوز بها. في معظم البلاد، تتطلب تشريعات عمليات الشراء البحثَ عن عروض بديلة، خاصة على مستوى المشروعات كبيرة الحجم، حتى تصير العملية تنافسية، وتقدم أفضل قيمة لأموال دافعي الضرائب.

وفي البلاد التي يستشري فيها الفساد، تكون المزايدات الفردية شائعة، لأن الجميع يعرفون أن شركات بعينها ستفوز، ولا يريد الآخرون أن يضيعوا الوقت، أو يخسروا المبالغ المطلوبة، كالرسوم التي يجب أن تُدفَع من أجل المشاركة في منافسة وهمية. وفي حالات استثنائية.. يصير مستحيلًا تجنب المزايدات الفردية، فوكالة «ناسا» ـ على سبيل المثال ـ لا ينافسها أحد في إطلاق سفن الفضاء التي تحصل على تمويل من المخصصات العامة. وفي معظم الأحيان، يعبِّر ذلك عن مؤشر المحسوبية في الدوائر الحكومية.

الفحص الذي أجريته على بيانات شراء العقود التي حصلت عليها من قاعدة البيانات الإلكترونية اليومية للعطاءات الخاصة بالاتحاد الأوروبي (انظر: go.nature.com/pff2nu) يبين أن ثمة مساحة كبيرة لأداء مشروعات التطوير. ففي السويد والدنمارك وهولندا، يبلغ الحد الأقصى لنسبة العقود التي يتقدم لها مُزايِد واحد فقط 6%، أما في كرواتيا وبولندا، فتصل تلك النسبة إلى 40%.

بالمثل، تشهد قطاعات الأبحاث والتدريب والتعليم أمورًا تستدعي الشعور بالقلق. ففي المملكة المتحدة، تقل نسبة التعاقدات التي يتقدم لها مُزايِد واحد فقط عن 3% فيما يخص المشروعات البحثية والتعليمية. وترتفع هذه النسبة في هذين القطاعين في بولندا، حيث تصل إلى 73%، و59% على التوالي. أما الدول الشيوعية سابقًا، فأداؤها سيئ للغاية، وتحديدًا في هذا الجانب.

هذه الأرقام ـ على الأرجح ـ لا تمثل سوى قمة جبل الجليد. فكم يبلغ عدد العطاءات المنافسة، أو إعلانات الوظائف في القطاع العام، التي ـ في حقيقة الأمر ـ تُحسَم من وراء الستار؟ ومن ثم، يجب على الدول التي تمتلك موارد وثروات عامة محدودة أن تزيد حجم المنافسة في عملية التعاقد، قبل زيادة الأموال المخصصة. **ألينا منجيو بيبيدي**

رقابة شديدة على المؤشرات، مثل توزيع الأموال المخصصة للبحوث والتعليم على أساس تنافسي. مِن الممكن استخدام النتائج لفرض شروط على مشاركة دولة ما في مشروعات التمويل الأوروبية المتنوعة للبحوث، والتعليم، والابتكار. وقد طوّرت المفوضية الأوروبية نظامًا رقابيًّا واستشاريًّا دقيق الأداء، يخدم الدول الأعضاء، ويُعرف باسم «الدورة نصف السنوية الأوروبية». ويمكن توسيع نطاق هذا النظام؛ ليشمل أهداف الحوكمة أيضًا.

إضافة إلى ذلك.. هناك احتياج إلى مزيد من النشاط والفاعلية على المستوى المحلي أيضًا من جانب المجتمع المدني، والجامعات، والمؤسسات البحثية المحلية. هذا.. وتساعد التكنولوجيا مساعدة جبارة في تحقيق شفافية المخصصات المالية. كما أن هناك حاجة إلى مزيد من الجهات الرقابية الوطنية من قلب المجتمع المدني (كتلك الجهات التي أشار إليها مركز الأبحاث الأوروبي لمكافحة الفساد وبناء الدول (انظر: www.againstcorruption.eu)، حيث إنها ستكتب تقارير عن مدى سلامة الإنفاق العام وعدالته، خاصة في مجالَي البحوث، والتعليم. وفي الوقت الراهن، تخضع



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مشروعات البِنْية التحتية الكبيرة لفحص وتمحيص أكبر بكثير من المِنَح التدريبية أو البحثية.

ختامًا، لا بد أن نعزز قطاعي العلوم، والتكنولوجيا بمزيج من التمويل والحُكْم الرشيد؛ كي يبلغا إمكانات النمو المرجوّة. ولا يمكن أن تهبط القوة الدافعة من أعلى فقط، فالحكومات الوطنية الممانِعة لا بد أن تخضع لقيادة المفوضية الأوروبية، اللاعب الأساسي في عمليتَي النمو والابتكار في أوروبا، وأن تخضع كذلك للمساءلة والمحاسبة الصارمة من جانب جمعيات المجتمع المدني المحلية، والمجتمعات العلمية. ■

ألينا مونجيو بيبيدي أستاذة الدراسات الديمقراطية في كلية هيرتي لنظم الإدارة والحُكْم في برلين، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: pippidi@hertie-school.org

1. Mungiu-Pippidi, A. in *The Anticorruption Report, Vol. 2*: *The Anticorruption Frontline* 90–124 (ed. Mungiu-Pippidi, A.) (Barbara Budrich, 2014); available at http://go.nature.com/toyusw.
2. North, D. C., Wallis, J. J., & Weingast, B. R. *Violence and Social Orders: A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History* (Cambridge Univ. Press, 2013).
3. Transparency International *Global Corruption Barometer 2013* (Transparency International, 2013); http://go.nature.com/wnwjjc.
4. Charron, N. *From Åland To Ankara: European Quality Of Government Index* (The Quality of Government Institute, Gothenburg Univ., 2013); available at http://doi.org/z78.
5. Ariu, A. & Squicciarini, M. P. *EMBO reports* **14,** 502–504 (2013).
6. Mungiu-Pippidi, A. & Kukutschka, R. M. B. in *The Anticorruption Report, Vol. 1: Controlling Corruption in Europe* 14 (ed. Mungiu-Pippidi, A.) (Barbara Budrich, 2013); available at http://go.nature.com/goo4in.



SAMUEL ARANDA/PANOS

ممرضون وممرضات في مستشفى كينيما في سيراليون، الذي أسهم بمعلومات عن المرض في أولى جهود بناء التسلسل الجيني لفيروس الإيبولا، بعد تفشِّيه في غرب أفريقيا.

ثقافة الانفتاح البحثي أداة لردع تَفَشِّي الأمراض

تشجع مجموعة من الباحثين على إرساء مبادئ تبادل المعلومات السريع والأمين عند تفشِّي الأوبئة، وذلك حسب آراء كلٍّ من **ناثان يوزوياك**، و**ستيفن شافنير**، و**بارديس سابيتي**

في إبريل الماضي، وبعد خمسة أشهر من التفشِّي الأكبر لفيروس الإيبولا في التاريخ، نجح فريق أبحاث دولي في كشف التسلسل الوراثي لثلاثة جينومات فيروسية في عيِّنات دم المرضى في غينيا[1]، وفي الشهر ذاته خرجت هذه البيانات إلى النور. وبعد مرور شهرين، توصَّل فريقنا من معهد برود في كمبريدج بولاية ماساتشوستس إلى تسلسل تسعة وتسعين جينومًا آخر لفيروس الإيبولا، من عيِّنات دم المرضى في مستشفى كينيما الحكومي في سيراليون.

بعدها، أضفنا فورًا هذه النتائج إلى قاعدة البيانات العامة، المسماة «بنك الجينات» GenBank (go.nature.com/aotpk)، حيث توجهت أولوياتنا إلى المساعدة في كبح جماح انتشار الفيروس؛ فرأينا زملاءنا ـ الذين عملوا معنا منذ عقد من الزمان ـ يتصدرون الصفوف الأمامية المقابلة مباشرةً لسهام المرض، الذي أودى بحياة بعضهم لاحقًا. وقد أدهشتنا موجة التعاون التي تبعت ذلك، حيث ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◄ اتصل بنا عدة خبراء من مختلف المجالات المتخصصة، ومن بينهم مطوِّرو الأدوية واللقاحات؛ كما شكلنا تحالفات مفاجئة، وتعاونًا ـ على سبيل المثال ـ مع باحث بارز في علم الفيروسات التطورية؛ ساعدنا على معرفة توقيت ظهور سلالة الفيروس التي تسببت في التفشي الحالي للمرض.

أكَّدت البيانات الجينومية أن رحلة الفيروس بدأت من غينيا وسيراليون، وأن تفشي المرض يُعزى إلى عدوى متنقلة بين عنصرين بشريين، وليس نتيجة الاتصال بالخفافيش، أو ببعض حاملات المرض الأخرى. وأشارت البيانات أيضًا إلى طرق جديدة في نقل العدوى. والأهم من ذلك.. أن هذه البيانات كشفت أيضًا عن المكان الذي شهد طفرات المرض الوراثية، وطريقة حدوثها[2]. ولا شك أن هذه المعلومات عنصر أساسي في التوصل إلى أساليب التشخيص الفعالة، واللقاحات، وطرق العلاج بالأجسام المضادة.

تَبِعَت ذلك ثلاثة أشهر من الركود، حيث لم يُعلن فيها عن اكتشاف أي تسلسل جيني جديد للفيروس (انظر: «فجوات بيانية»)، لكننا سمعنا أن المختصين تعرفوا على تسلسل بعض الجينومات المأخوذة من عيِّنات المرضى الذين تلقوا العلاج في الولايات المتحدة الأمريكية[3]. ومن المحتمل أن يزيد عدد الجينومات المعروفة، لا سيما أن آلاف العيِّنات نُقلت إلى ثلاجات الباحثين في جميع أنحاء العالم.

في عالم تتزايد فيه روابط الاتصال بين أجزائه، من الممكن أن تتحول استجابتنا مع المرض إلى ثورات ضده، من خلال سرعة عملية تسلسل الجينات التي تضم طرقًا جديدة في جمع المعلومات الإكلينيكية والوبائية. وليس من الممكن إدراك قوة مجموعات المعلومات الضخمة المتوقع جمعها لمكافحة الأوبئة، إلا إذا حرصنا على مشاركة هذه البيانات على صعيد واسع، وفي أسرع وقت ممكن. وفي الوقت الراهن، لا توجد مبادئ إرشادية تضمن إتمام ذلك.

السرعة هي كل شيء

يجب على الباحثين الذين يبحثون أسباب تفشي هذه الفيروسات، بدءًا من الإيبولا، حتى حُمَّى النيل الغربية، أن يتفقوا على المعايير والممارسات التي تشجع على التعاون، وتقدِّره، حيث إذا أجمعنا دوليًّا على صياغة هذه البروتوكولات؛ ستتمكن مجتمعات الأبحاث العالمية من التبادل الفوري لمعلومات مهمة عن مكان اندلاع المرض وزمانه.

في أفضل الأحيان.. يتسم نَشْر نتائج العينات سريعًا في أثناء تفشي الأمراض بالتشتت. ووقتما ظهرت حالات الإصابة بالإنفلونزا، أَسَّس اتحادٌ دولي للباحثين، اسمه المبادرة العالمية لمُشاركة بيانات إنفلونزا الطيور (GISAID)، إطارَ عمل للممارسات العملية الجيدة. ونتيجة لجهود هذا الاتحاد الكبيرة في أثناء تفشي إنفلونزا الطيور في عام 2009، أنشأ «المركز الوطني الأمريكي لمعلومات التكنولوجيا الحيوية» مستودعًا عامًّا، أصبح عنوانًا يقصده المعنيُّون؛ لإيداع معلومات عن التسلسل الجيني[4] لإنفلونزا الطيور، وتحديد موقعه. على النقيض من ذلك.. كان لمسألة نشر معلومات عن التسلسل الجيني في أوائل مراحل تفشي فيروس كورونا الشرق الأوسط في عام 2012 داخل الأراضي السعودية دور في إلقاء الضوء على الغموض الذي يحيط بحقوق الملكية الفكرية. وآلت النزاعات الناجمة عن ذلك إلى إعاقة فرص الحصول على العيِّنات.

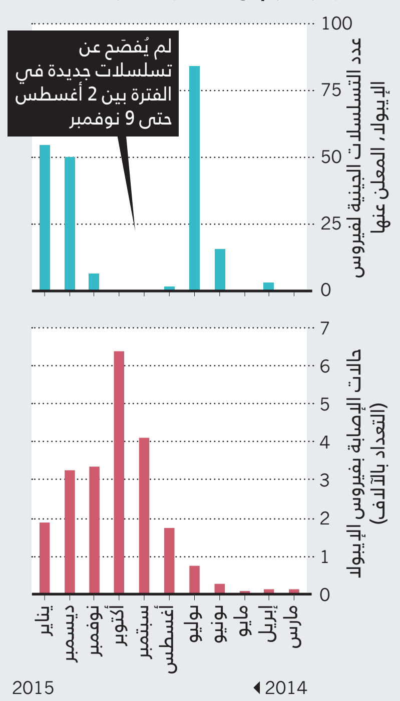
تَبادُل البيانات مسألة بالغة الأهمية، وصعبة بشكل خاص في أثناء فترة تفشي المرض؛ فالباحثون يسابقون الزمن، وتفشي كل مرض يمكنه أن يحشد مزيجًا مختلفًا من الأفراد، وفقا لنوع الميكروب والمكان، وأن يجمع أيضًا مجتمعات من مختلف الألوان في أماكن شديدة الاختلاف. والغموض الذي يكتنف مسألةً معينة حول ما إذا كانت ملكية المعلومات تؤول إلى الحكومات المحلية أو القائمين على جمعها، أم لا، يشكل حواجز أخرى أمام عملية تبادل البيانات. من ضمن هذه الحواجز.. غياب إجراء الحصول على موافقة المريض، الذي يُعَدّ من الإجراءات المتعارف عليها في جمع المعلومات في حالات الطوارئ. ويرجع ذلك ـ على وجه التحديد ـ إلى تعرُّض المرضى وعائلاتهم إلى الوصم والاستغلال في أثناء تفشي المرض. فالناجون من الإيبولا ـ على سبيل المثال ـ معرَّضون لخطر النَّبْذ، خوفًا من أن يَنقِلوا العدوى إلى غيرهم.



الحجاج في المملكة العربية السعودية يحاولون وقاية أنفسهم من فيروس كورونا الشرق الأوسط.

فجوات بيانية

نُشرت التسلسلات الجينية عن فيروس الإيبولا الذي تفشَّى بغرب أفريقيا لأول مرة على الملأ في إبريل 2014. ومنذ نشر تسلسل تسعة وتسعين جينومًا في شهر يوليو، اتسمت عملية تبادل مجموعات بيانات المرض بالتشتت، رغم أنه كان ظاهرًا أن الباحثين توصلوا إلى مزيد من المعلومات.



لحسن الحظ، نجح القطاع الأكبر من المجتمع ـ المهتم بعلم الوراثة ـ في تطوير نماذج مفيدة لتبادل البيانات الموثوقة. ففي عام 1966، خلال قمة انعقدت في جُزُر برمودا، وافق رؤساء أهم المختبرات المشاركة في مشروع الجينوم البشري على أن يرسلوا تركيبات تسلسل الحمض النووي الخاصة بما يزيد على ألف قاعدة أو أكثر إلى بنك الجينات في غضون أربع وعشرين ساعة من الحصول عليها[5,6]. وفي المقابل، احتفظت معاهد تركيب التسلسل الجيني بالانفراد بحق النشر الأول للنتائج، بناءً على مجموعات البيانات الكاملة التي قدَّمتها للمشاركة، وذلك عبر نشر مخططاتهم التحليلية في أوراق بحثية «دِلاليّة».

خَدَم الكشفُ السريع عن البيانات الوراثية عجلةَ العمل على أرض الواقع، حيث نُشِرَت ـ على سبيل المثال ـ معلومات جديدة عن ثلاثين مرضًا وراثيًّا، قبل الكشف عن التسلسل الوراثي للجينوم البشري الكامل. ومنذ عام 1996، شملت مبادئ قمة برمودا أنواعًا أخرى من بيانات التسلسل الجيني، فضلًا عن حقول علمية أخرى تنتج مجموعات ضخمة من البيانات، كأبحاث الأيض، على سبيل المثال.

إرشادات التبادل

بخطى مماثلة... تسعى سياسات الإفصاح عن البيانات ـ التي صدرت منذ وقت قريب ـ إلى توحيد صفوف توجهات الأطراف المختلفة، لا سيما وكالات التمويل، ومنتجي البيانات، ومستخدميها، ومحلليها، والناشرين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

TOSHIFUMI KITAMURA/AFP/GETTY

العلميين. ومنذ شهر يناير الماضي، طلب معهد الصحة الوطني في الولايات المتحدة ضمانات مقابل ضغط زر الضوء الأخضر لنشر بيانات وراثية واسعة النطاق، وذلك عندما يحين موعد النشر على الأقل، مع تحديد مواعيد نهائية مبكرة للإفصاح عن بعض أنواع البيانات[7].

لهذا.. نحثّ أولئك العاملين في الصفوف الأمامية على أبحاث تفشي الأمراض أن يصيغوا اتفاقات مشابهة، مع وضع الظروف الفريدة لكل مرض متفشٍّ في موضع الاعتبار. ومن ثم، ينبغي، أولًا، أن نؤسس قاعدة من الحوافز والضمانات التي تشجع الأفراد على الإفصاح بسرعة عن المعلومات التي توصلوا إليها؛ لندرجها بسرعة في نطاق معلوماتي عام. ومن هذه الإمكانات.. أن نطلب من مستخدمي المعلومات (والناشرين) أن يحترموا نِيّة منتجي البيانات في نشر المعلومات، خاصة الأسئلة والتقديرات التي ينوون أن يبحثوها، وذلك لمدة ستة أشهر، على سبيل المثال. ومن الممكن الإفصاح عن هذه المقاصد العلمية عبر قنوات اتصال عديدة، من بينها المجلات العلمية المستشهَد بها، وإشعارات حق التنازل عن مستودعات البيانات، كبنك الجينات، ومنتديات الشبكة العنكبوتية.. كموقع (virological.org)، وقاعدة بيانات «إيبي فلو» EpiFlu. ومن الممكن ـ بدلًا من ذلك ـ أن يَنشر منتجو البيانات إعلانًا عن بياناتهم ومقاصدهم العلمية على منتديات الشبكة العنكبوتية، كمصدر يستخدمه الآخرون، طالما حرصوا على اقتباس أصل المادة العلمية.

«نشجع الباحثين القائمين على تناول أسباب تفشي الأمراض على أن يتبنَّوا ثقافة الانفتاح».

ثانيًا، ينبغي أن نصوغ بروتوكولات أخلاقية صارمة ومعيارية لجمع العيِّنات والبيانات من المرضى؛ بهدف تسهيل إنتاج هذه المعلومات، وتبادُلها. ومن أجل صياغة مثل هذه البروتوكولات، ينبغي أن نخلق اتحادًا عالميًّا متعاونًا، يضم وكالات الصحة والأبحاث الرائدة، ووزارات الصحة في البلاد المعنية. وينبغي أيضًا أن يشترك الباحثون في عِلْم الأخلاق؛ للحفاظ على خصوصية الموضوع وسلامته، كما ستكون هناك حاجة إلى خبراء الأمن البيولوجي، لتناول الاستخدام الثنائي المحتمَل للأبحاث، واعتبارات أخرى تتعلق بالسلامة. المثال على ذلك.. هناك توجُّه مستخدَم في مبادرة الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا (H3Africa)، وهي مبادرة تهدف إلى استخدام التطبيقات الوراثية لتحسين صحة السكان في أفريقيا؛ حيث استَخدمت هذه المبادرة منذ شهر أغسطس 2013 إرشادات[8] موحَّدة لنموذج موافقة مُعَدّ من أجل جمع عينات الحمض النووي من الأفراد، بهدف استخدامها في الدراسات الوراثية، بغض النظر عن موطن هذه العينات الأصلي.

أخيرًا، ينبغي أن تضم أي تجهيزات لمواجهة تفشي الأمراض في المستقبل تدابير تتيح سرعة بناء جسور جديدة، وإنشاء معايير مجتمعية. فالتعاون الناجح في علم الوراثة وصياغة الاتفاقات التاريخية لتبادل البيانات ينشأ على الأرجح بين مجموعات مستقرة من الأفراد والمنظمات، مما يجعل من السهل نسبيًّا إنشاء المعايير السلوكية، والحفاظ عليها. على النقيض من ذلك.. يمكن أن تظهر في الأمراض المتفشية مجموعة من السمات والحالات المرضية الجديدة، التي تكون



مختصُّو الحجر الصحي يهرعون لفحص مسافرين في مطار ناريتا بطوكيو. وكان ذلك في منتصف عام 2009، إبان تفشي فيروس إنفلونزا الخنازير.

فيها مسبِّبات المرض مجهولة؛ فتتطلب إجراء أبحاث في تخصصات جديدة بأكملها.

على خطى «كينيما»

إننا نناشد ـ كخطوة أولى ـ وكالات الصحة، مثل منظمة الصحة العالمية، والمركز الأمريكي لمكافحة الأمراض والوقاية منها، ومنظمة أطباء بلا حدود (MSF)، فضلًا عن مراكز التسلسل الجيني، ومعاهد الأبحاث الأخرى.. أن تعقد اجتماعًا خلال هذا العام، كذلك الذي انعقد في برمودا في عام 1996. ويجب أن يضم الاجتماع العلماء، والممولين، وباحثي علم الأخلاق، وخبراء الأمن البيولوجي، وعلماء الاجتماع، ومحرِّري الدوريات العلمية.

إننا نشجع الباحثين القائمين على تناول أسباب تفشي الأمراض على أن يتبنّوا ثقافة الانفتاح. ومن جهتنا، كشفنا النقاب عن كافة البيانات الخاصة بالتسلسل الجيني بمجرد التوصل إليها، بما في ذلك البيانات الخاصة ببضع مئات من عيِّنات الإيبولا، التي استلمناها مؤخرًا من «كينيما»، وأعددنا قائمة بالتساؤلات البحثية التي حاولنا العثور عليها من موقع(virological.org)، وبنك الجينات. ونخطط لعرض نتائجنا على الموقع ذاته فور التوصل إليها، كي يضعها الآخرون في موضع الاعتبار. ونوجِّه دعوة إلى الأشخاص؛ للانضمام إلينا في نشر نتائجنا، أو تجهيز منشور خاص بهم، مع الإفصاح إلكترونيًّا عن المقاصد البحثية التي يعملون بها بشكل منفتح. وقد أَتَحْنا فرصة الحصول على بيانات إكلينيكية لمائة مريض، وأدمجنا هذه البيانات في أداة معلومات مرئية سهلة الاستخدام «ميرادور» Mirador؛ ليتسنى للآخرين فرصة استكشاف البيانات، والتعرف على مفاهيم جديدة.

ختامًا، نشير إلى أن كلمة «كينيما» تعني «الشفافية، أو النقاء الذي يشبه نقاء جدول مياه النهر، أو متاح لجموع الجمهور»[9]. وتقديرًا لذكرى زملائنا الذين وافتهم المنية وهم يواجهون فيروس الإيبولا، وضمانًا لمستقبل خالٍ من أوبئة مدمرة، دعونا نعمل على أبحاث الأوبئة علنًا. ■

ناثان يوزوياك، و**ستيفن شافنير** من طاقم الباحثين الاساسيين، و**بارديس سابيتي** الأستاذ المساعد في معهد برود، وجامعة هارفارد في كمبريدج بولاية ماساتشوستس الأمريكية.

البريد الإلكتروني: nyozwiak@broadinstitute.org

1. Baize, S. *et al. N. Engl. J. Med.* **371,** 1418–1425 (2014).
2. Gire, S. K. *et al. Science* **345,** 1369–1372 (2014).
3. Vogel, G. *Science* **346,** 684–685 (2014).
4. Bogner, P. *et al. Nature* **442,** 981 (2006).
5. Marshall, E. *Science* **291,** 1192 (2001).
6. Toronto International Data Release Workshop. *Nature* **461,** 168–170 (2009).
7. US National Institutes of Health. 'NIH Genomic Data Sharing Policy' (27 August 2014); available at http://go.nature.com/i88ot5
8. H3 Africa. *H3 Africa Guidelines for Informed Consent* (H3Africa, 2013).
9. Jackson, M. D. *Life Within Limits: Well-being in a World of Want* (Duke Univ. Press, 2011).

لمحة من الماضي
كتاب المَنَاظِر

يعيد **جيم الخليلي** قراءة الكتاب الأكثر تأثيرًا..للحسن بن الهيثم، في ذكرى مرور ألف عام على صدوره.

عاش الفيزيائي الأعظم في تاريخ العصور الوسطى حياة حافلة، لا تقل إثارتها عن اكتشافاته المذهلة، حيث قضى عقدًا كاملًا في السجن. وفي وقت من الأوقات، تَظاهَر بالمرض العقلي؛ لكي ينجو من مواقف عصيبة في حياته. وهذه الشخصية هي شخصية أبو علي الحسن بن الهيثم، المولود في مدينة البصرة بجنوب العراق في عام 965 ميلادية. وكان لكتابه الأعظم والأشهر «المناظر» ـ الذي يقع في سبعة مجلدات ـ تأثير هائل على مناهج التفكير في كل التخصصات؛ ابتداء من نظرية إدراك الرؤية إلى طبيعة المنظور في فنون العصور الوسطى، سواء في الشرق، أم في الغرب، لما يزيد على ستة قرون. ويدين بالفضل لمنهجه التجريبي العديد من الباحثين الأوربيين اللاحقين والفلاسفة الموسوعيين، ابتداءً من روبرت جروستيست، وليوناردو دا فينشي، وصولاً إلى جاليليو جاليلي، ورينيه ديكارت، وجوهانز كيبلر، وإسحاق نيوتن. وإحقاقا للحق، لا يقل تأثير كتاب «المناظر» لابن الهيثم عن تأثير كتاب البصريات لإسحاق نيوتن الذي ظهر بعد كتاب ابن الهيثم بسبعمائة عام.

بدأ الاهتمام بالبصريات منذ القِدَم. فالبابليون والمصريون والآشوريون جميعهم استخدموا عدسات الكوارتز المصقولة، ثم أرسى أفلاطون وإقليديس المبادئ الأساسية لهندسة العدسات، التي تضمنت أفكارًا معينة، مثل انتشار الضوء في خطوط مستقيمة، وقوانين بسيطة للانعكاس من المرايا العادية. وترجع أولى الإسهامات المهمة من العالم الإسلامي إلى العالِم العربي يعقوب بن إسحاق الكندي، الذي عاش في القرن التاسع الميلادي.

تلقَّى ابن الهيثم في شبابه تعليمًا مرموقًا، واشتهر صيته بفضل مَلَكَاته الرياضية والعلمية الفذّة. وشعر ابن الهيثم بالإحباط والملل من وظيفته الإدارية في منصب حكومي في الإمبراطورية الإسلامية التي كانت تمتد في ذلك الوقت من الهند إلى إسبانيا، وفُصل من وظيفته بسبب مرض عقلي حقيقي، أو ـ كما يخمِّن البعض ـ «مصطنَع».

في وقت ما خلال العقد الأول من الألفية الجديدة، اقترح ابن الهيثم مشروعًا طموحًا لإنشاء سد على نهر النيل، فدعاه الخليفة الفاطمي الحاكم بأمر الله لمقابلته في مقر الحكم، لكن عندما رأى ابن الهيثم طبيعة المهمة الملقاة على عاتقه؛ أدرك سريعًا أن المشروع أكبر من إمكانياته، فغضب الحاكم وأبقاه قيد الاعتقال لفترة من الزمان.

لم تُثبط فترة الاعتقال التي امتدت عشر سنوات من هِمَّته، ولم توهِن من عزيمته، بل منحته العزلةُ مساحة ليفكر ويكتب في علوم مختلفة، خاصة البصريات. وبعد إطلاق سراحه في عام 1020 تقريبًا، بدأ التأليف والكتابة بغزارة، وأجرى

كتاب «المَناظِر»
ابن الهيثم
(1011-1021 م)


ظهرت اكتشافات ابن الهيثم قبل اكتشافات نيوتن بأمد طويل.

سلسلة من التجارب الشهيرة عن طبيعة الضوء. فعلى سبيل المثال.. أثبت باستخدام الكاميرا المظلمة أن الضوء يسافر في خطوط مستقيمة، ووَضَع عدة معادلات رياضية حول انعكاس الضوء على المرايا، وانكسار الضوء خلال العدسات، وتُوِّج هذا الكم الهائل من التجارب والنظريات في مؤلفه الأشهر، كتاب «المَنَاظِر».

يمكن اعتبار كتاب «المناظر» مرجعًا علميًّا دراسيًّا، ففيه فَصَّل ابن الهيثم أوصاف تجاربه العلمية، مثل محاولة استكشاف طبيعة انعكاس أشعة الضوء عن الأسطح المنبسطة والمنحنية. ووصف ابن الهيثم الأجهزة التي استخدمها، والطريقة التي أعدَّها وضبَطها، والقياسات التي استخدمها، والنتائج التي توصل إليها، ثم استخدم هذه الملاحظات في تبرير نظرياته التي دعَّمها بنماذج هندسية. وحثَّ الآخرين على تكرار تجاربه؛ للتحقق من النتائج التي توصل إليها. ولهذا.. يَعتبِر كثيرون من مؤرخي العلوم أن ابن الهيثم أوّل داعية حقيقي للمنهج العلمي الحديث.

يمكن تقسيم كتاب «المَناظِر» بشكل تقريبي إلى الآتي: المجلدات الثلاثة الأولى تناقش نظرية الرؤية، ووظائف العين، وعلم نفس الإدراك. أمّا المجلدات من الرابع حتى السابع، فتناولت فيزياء البصريات التقليدية. وكانت نظرية الرؤية هي أكثر الإسهامات التي أشاد بها العلماء في كتاب «المناظر»، واعتبروها إضافة حقيقية إلى العلوم.

في ذلك الوقت، كان فهْم العلماء لهذه الظاهرة يسوده التخبط والفوضى، حيث وضع اليونانيون نظريات مختلفة لتفسير الرؤية والإبصار. ففي القرن الخامس قبل الميلاد، قال إمبيدوكليس إن الإبصار يحدث بسبب شعاع خاص ينبعث من العين، حتى يصطدم بالجسم؛ مما يجعله ظاهرًا، وعرف ذلك بـ«نظرية الانبعاث»، التي نقَّحها أفلاطون بقوله إن العين تحتاج أيضًا إلى شعاع خارجي للإبصار. أما أرسطو، تلميذ أفلاطون، فقد قال إن الأجسام تحرِّك الهواء بينها وبين العين؛ مما يسبب الرؤية. وتَبَنَّى الفلاسفة الآخرون في ذلك الوقت ـ مثل إبيقور ـ تفسير عملية الإبصار بنظرية الولوج (دخول الضوء إلى العين من الخارج)، غير أن نظرية أفلاطون هي التي قدَّمت أساسًا رياضيًّا لإقليدس، الذي وصف أشعة الضوء بأنها تنبعث من العين في شكل مخروط. وبعد ذلك بعدة قرون، قام بطليموس باستخدام هذا التفسير، وأضاف إليه.

«يَعتبِر كثيرون من مؤرخي العلوم أن ابن الهيثم أوّل داعية حقيقي للمنهج العلمي الحديث».

مال العلماء المسلمون الأوائل ـ مثل ابن الكندي، وحنين بن إسحاق ـ إلى نظرية تجمع بين الانبعاث والولوج، وقالوا إن العين ترسل الضوء إلى الجسم المنظور الذي يعكس الضوء مرة أخرى إلى العين.

كان الأمر يحتاج إلى عالِم عبقري، مثل ابن الهيثم، لحسم هذا الخلاف. قال ابن الهيثم: «إذا كنا نبصر لأن العين تبعث بأشعة من الضوء على الجسم (أشعة الإبصار، وفقًا لكلام أفلاطون وإقليدس)، فإننا أمام احتمالين، وهما: إمّا أن الجسم يرسل الشعاع مرة أخرى إلى العين، أو لا يرسله. فإذا لم يرسل الجسمُ الأشعة مرة أخرى إلى العين، فكيف ترى العين ما سقطت أشعّتها عليه؟ لا بد أن الضوء يعود مرة أخرى إلى العين، وهذا هو ما يجعلنا نرى». وطالما الأمر كذلك، فما فائدة الأشعة الأصلية التي بعثتها العين؟ قد ينبعث الضوء مباشرة من الجسم، إذا كان مضيئًا، أو قد ينعكس الضوء المنبعث من مصدر آخر من الجسم، إذا لم يكن الجسم مضيئًا في حد ذاته. وقرر ابن الهيثم أن نظرية الأشعة الصادرة من العين تعقيد، لا لزوم له.



THE MASTER AND FELLOWS OF TRINITY COLLEGE, CAMBRIDGE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ذهب ابن الهيثم إلى أمر لم يسبقه فيه أحد، عندما حاول فهْم فيزياء الانكسار؛ فجَزَم بأن سرعة الضوء محدودة، وتختلف حسب اختلاف الوسيط، واستعان بفكرة تقسيم مسار شعاع الضوء إلى متجهين أفقي ورأسي، وأثبت كل هذه الأفكار إثباتًا هندسيًّا، وقدَّم العديد من الأفكار الجديدة، مثل انكسار الضوء المنبعث من الأجسام السماوية في الغلاف الجوي.

أضاف العلماء المسلمون اللاحقون ـ مثل قطب الدين الشيرازي، وكمال الدين الفارسي، وهما عالمان فارسيان، عاشا في القرن الثالث عشر ـ إلى كتاب «المناظر»، ووَسَّعا أفكاره، حيث ألَّف الفارسي كتاب «تنقيح المناظر»، واستخدم النماذج الهندسية في الوصول إلى أول تفسير رياضي صحيح لقوس قزح (بالتزامن، ولكن بصورة مستقلة عن العالِم الألماني ثيودوريك من فرايبورج).

تُرجم كتاب «المناظر» ـ لأول مرة ـ إلى اللاتينية في أواخر القرن الثاني عشر، أو أوائل القرن الثالث عشر، تحت عنوان: (De Aspectibus). وكتب الفيلسوف الإنجليزي والعالِم التجريبي، روجر بيكون، ملخصًا له؛ وكذلك فعل معاصره البولندي ويتيلو؛ وسرعان ما ذاع صيت الكتاب في جميع أنحاء أوروبا. ومن بين الأفكار العديدة التي تبنّاها الباحثون الذين طالعوا النسخة اللاتينية لكتاب ابن الهيثم.. أن الضوء الصافي غير مرئي، ومهمته فقط هي تمكيننا من رؤية الألوان. وحتى كِيبلر نفسه، الذي درس مؤلفات ابن الهيثم، اعتقد ذلك. ولم يتغير ذلك المفهوم إلا عندما وصف نيوتن الضوء نفسه بأنه يتكون من ألوان مختلفة. (ومن الأفكار الخاطئة في كتاب «المناظر» تكرار قانون الانكسار لبطليموس، والفهم الخاطئ للانعكاس بأنه شكل مكثف من الانكسار).

لهذه الأسباب.. ترك كتاب ابن الهيثم بصمة كبيرة على «نظرية المنظور» التي ازدهرت في علوم أوروبا وفنونها خلال عصر النهضة. وتُرجمت النسخة اللاتينية من كتاب «المناظر» إلى الإيطالية في القرن الرابع عشر، ليصبح متاحًا لفنانين ومعماريين، مثل: ليون باتيستا ألبيرتي، المعماري والمتخصص في نظريات الفن الفلورنسي، وصاحب بحث «عن الطلاء» في عام 1435؛ والنحات لورنزو جابيرتي؛ والفنان والعالِم الهندسي بييرو ديلا فرانشيسكا، حيث استفاد هؤلاء من نظريات ابن الهيثم حول المنظور في إنشاء وَهْم العمق ثلاثي الأبعاد على المسطحات، والأفاريز المجسمة والمنحوتة. وسعى هؤلاء الفنانون المجدِّدون إلى فهم كلٍّ من عالَم الأجسام، وقوانين الإبصار والرؤية التي تحدد طريقة ظهورها.

واليوم في أثناء استخدام أشعة الليزر في تعديل الذرات، والتلاعب بها، وتحفيز الخلايا العصبية بالضوء، أو نقل المعلومات عبر الفوتونات المتشابكة، يجدر بنا أن نتذكر أن الذي أرسَى ركائز هذا العلم قبل ألف عام هو عالِم عربي، اسمه «ابن الهيثم». ■

جيم الخليلي أستاذ الفيزياء في جامعة ساري في جيلدفورد بالمملكة المتحدة، ومؤلف كتاب «الرُّوَّاد.. العصر الذهبي للعِلْم العربي».
البريد الإلكتروني: j.al-khalili@surrey.ac.uk

علوم اجتماعية

الوجه الآخر للمعونات الأجنبية

تشِيد **إيرين بوهينسكي** بفيلم وثائقي يكشف الآثار الكارثية للمساعدات والمعونات في أوقات الكوارث.

في بداية الفيلم الوثائقي المثير للجدل «*Aftermath*»، الذي أخرجه رافاييل بارث، تستقر زجاجة كوكاكولا على شاطئ بديع لم تلمسه الأقدام؛ فيستدعي الذهن صورة الفيلم الساخر «*The Gods Must Be Crazy*»، الذي أُنتج في عام 1980، ويعرض كيف غيَّرت المدنية الحديثة حياة القبائل البدائية التي تعيش في صحراء كالاهاري إلى غير رجعة. أما فيلم «*Aftermath*»، فهو قصة حقيقية، تحكي كيف تحولت المساعَدات الأجنبية المرسَلة إلى سكان جُزُر «نيكوبار» بعد كارثة المَدّ البحري في المحيط الهندي في عام 2004 إلى كارثة أخرى.

يسلط الفيلم الوثائقي الضوء على عالِم البيئات الاجتماعية، سيمرون سينج، وجهوده مع السكان الأصليين. وخلال سعي سينج لمساعدة هذه الشعوب، واجهته معضلتان: فشل المساعَدات الأجنبية، وكيف يستطيع العِلْم مساعدة الشعوب خلال فترات الأزمات والكوارث.

في البداية، زار سينج جُزُر نيكوبار في عام 1999؛ لبحث الثقافة النيكوبارية، وكوَّن روابط صداقة مع قاطني هذا المجتمع. وعندما وقعت كارثة المد البحري، استغاثوا به، وطلبوا منه المساعدة؛ فحشد سينج التمويل من صندوق العلوم النمساوي لدعم أبحاث إعادة التأهيل. وفي الفيلم، ظهر سينج مع المتحدث الرسمي لهذه القبائل، الأمير رشيد يوسف، والصحفي المحلي دينيس جايلز، وهم يشاهدون المساعَدات تتدفق من مئات المنظمات غير المحلية. وعلى أرض الواقع، هيَّأت كارثة المد البحري الظروفَ والأجواء لإجراء تجربة اجتماعية مثالية، وكشفت ما يحدث عندما تتدفق الأموال والسلع غير الضرورية إلى المجتمعات الأصلية النائية. ويقول سينج: «لا يمكن إعادة عقارب الساعة إلى الوراء».

«حتى المساعَدات حسنة التوجيه ليست بديلًا عن التمكين».

أوضح بارث في الفيلم أن التبرعات العينية والمالية لقبائل نيكوبار كانت خارجة عن السياق، ولم تتلاءم مع احتياجات السكان أو ظروفهم؛ فقد كانت هذه العشائر بحاجة إلى أدوات، بينما جلب المانحون لهم بطانيّات؛ وحتى المدارس والمنازل التي أعادت المساعَدات بناءها، كانت التهوية في غُرَفها رديئة؛ كما شيدت لهم إحدى المبادرات الحكومية مساكن على غرار الطراز الأوروبي، تتسع لخمسة أو ستة أشخاص. ويتساءل سينج: «مَن الذي يساعد مَن؟ هل الضحايا يساعدون المؤسسات على استنساخها؟».

وهنا يبرز سؤالان، الأول: كيف يمكن إصلاح المشكلة العويصة للمساعَدات العقيمة؟ يرى المحلل التنموي بن رامالينجام أنه ينبغي النظر إلى التنمية كمنظومة معقدة، وذلك من أجل التعامل مع الأسباب الجوهرية، بدلا من علاج الأعراض السطحية. ويصور الفيلم الوثائقي سينج وزملاءه في فيننا وهم ينشئون صندوق مستقبل السكان الأصليين المستدام في عام 2005، من أجل توفير المساعَدات المالية للسكان مباشرةً. ومع ذلك.. تعلموا أنه حتى المساعَدات حسنة التوجيه ليست بديلًا عن التمكين.



عقب الكارثة: الطوفان الثاني
المخرج: رافايل بارث
جولدن جيرلز/فيلمتانك توبير/معهد تاتا للعلوم الاجتماعية/الإذاعة النمساوية: 2014

تجشَّم الأفراد المرشحون من القبائل عناءً كبيرًا في الالتزام بمعايير المساءلة في المنظمات غير الحكومية. ويقول الأمير رشيد يوسف، المتحدث الرسمي لقبائل نيكوبار: «كيف يتسنى لفرد من قبائل نيكوبار أن يصبح مسؤولًا عن مشروع في عشرة أيام فقط؟» وقد أعرضت القبائل عن سينج عندما توقف تدفق المال من صندوق «مستقبل السكان الأصليين المستدام». وفي عام 2009، دخل سينج وهذا الصندوق في مشاركة مع منظمة غير حكومية، يُطلَق عليها معهد «تاتا للعلوم الاجتماعية»؛ لإعادة إنعاش المهن المعتمِدة على الموارد، مثل الصيد في جُزُر نيكوبار.

أما السؤال الثاني، فهو: هل تتعلم منظومة المساعدة العالمية من أخطائها؟ ربما! وقد تكون الأحداث العاصفة حافزًا للتغيير. يذكر أحد شباب قبائل نيكوبار، المغادِر في سبيل الحصول على شهادة عليا، أن كارثة المد البحري شكّلت طموحاته. وحاليًّا، يشيِّد يوسف منتجعًا سياحيًّا للسكان المحليين؛ من أجل تحقيق بعض الدخل، مما يبيِّن أن مِن روح المبادرة.. يكتسب المرءُ الصلابة والمرونة.

في النهاية، نرى سينج، وهو يصنف الشرائح بكل دقة وصبر، ويَعِدُ بتوثيق كل شيء من أجل النيكوباريين. وشَكَّك سينج في النمط الحالي للمساعَدات، القائم على القيم الرأسمالية الغربية، كما تساءل: هل الشعوب والسكان الذين يمرون بأزمات في حاجة إلى مساعدة من الأساس؟! واقترح أن يقدِّم العلماء المساعدة من خلال الجمع بين سبل التفكير العلمية والمحلية؛ لتوجيه جهود المنظمات غير الحكومية على أرض الواقع.

ومن ثم، يقدم هذا الفيلم الوثائقي صورة أمينة لجماعتين: وكالات المساعَدات، والنيكوباريين. وقد صوَّر الفيلم بجرأة مشاهدَ عنيفة، مثل ذبح الخنزير خلال الاحتفالات، أو لمحة من الصراعات الأخلاقية والإدارية التي قد تؤدي إلى تعطيل عمل الوكالات التنموية، أو شَلِّه. وفي النهاية، لا يموت الأمل في قلوب النيكوباريين. ويقول يوسف: «لقد توقَّفت المساعَدات. والآن، تبدأ الحياة الطبيعية الحقيقية. نحن في غاية السعادة». ■

إيرين بوهينسكي باحثة متخصصة في سبل المعيشة والتنمية التكيُّفية في منظمة الكومنولث للأبحاث العلمية والصناعية بتاونزفيل في أستراليا.
البريد الإلكتروني: erin.bohensky@csiro.au

تاريخ العلم

نظــــرة مجــــردة إلـــى تـــــاريخ العِلْــم

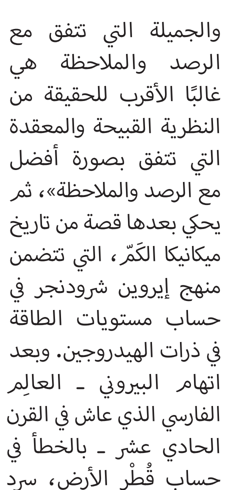
يناقش **روبرت كريس** سَرْدَ ستيفن واينبيرج المختلف لقصة العِلْم.

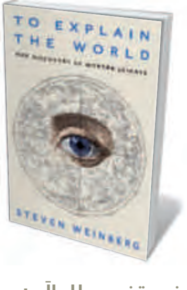
من المؤكَّد أن كتاب «نحو تفسير للعالَم» (*To Explain the World*)، لعالِم الفيزياء ـ الفائز بجائزة «نوبل» ـ ستيفن واينبيرج، سيثير ضيق مؤرخي العِلْم المخضرمين. يعتمد الكتاب في سرده على المحاضرات التي كان يلقيها واينبيرج على الطلبة الجامعيين عن تاريخ العِلْم في جامعة تكساس في أوستن، لكن واينبيرج أوضح منذ البداية قائلًا: «أنا عالِم فيزيائي، ولستُ مؤرِّخًا». ولم يعتذر واينبرج عن إصدار أحكام عن علوم السابقين من وجهة نظر معاصِرة، بل أبدى سخريته من الباحثين الذين يَعتبرون النتائج العلمية بمثابة حصيلة تاريخية، أو ثقافية. وصَبّ واينبيرج تركيزه على العلوم الغربية (التي تشمل الإنتاج العلمي الإسلامي في العصور الوسطى)، كما يرى أن المنهج العلمي ـ الذي يُعتبَر أسلوبًا خاصًّا «يتيح لنا معرفة حقائق مؤكدة عن العالم» ـ لاحت شمسه واستخداماته أولًا في الغرب، رغم أن الحضارات الأخرى قدَّمت الكثير من المعارف العلمية.

كانت ثمرة ذلك كتابًا فريدًا ومثيرًا للجدل. فلتتخيَّلْ كتابًا يسرد تاريخ فن العمارة، ويُصدِر أحكامًا على الصروح العملاقة من مدى رؤية احتياجات المباني الحديثة ومواصفاتها. وعلى هذا المنوال، قلَّل واينبيرج في كتابه من شأن عديد من الأعلام المشهورين في محراب تاريخ العلم، مثل الفيلسوف رينيه ديكارت؛ ورائد التجريب العلمي فرانسيس بيكون؛ بينما أعلى من شأن آخرين، مثل أريستارخوس الساموسي، الذي كان من أنصار مركزية الشمس؛ وروبرت بويل، أحد الكيميائيين الأوائل المنتمين إلى بدايات العصر الحديث، وأحد المدافعين عن «طريقة جديدة وجريئة في الفيزياء التجريبية».

تتجلى إحدى نقاط قوة الكتاب في تقييمه المعرفي العميق للنظم الميكانيكية والفلكية، لا سيما ما تناوله نيكولاس كوبرنيكوس، وإسحاق نيوتن. ويحتوي كتابه على قسم خاص قوامه مئة صفحة من الملاحظات التقنية المتخصصة التي تتناول القضايا الميكانيكية والبصرية والفلكية في العلوم المبكرة، مثل انحرافات قانون انكسار الضوء، والحسابات الرياضية لمدارات الأفلاك.

يتمتع واينبيرج بمهارات الكتابة الحكيمة والذكية، وقد تجلى ذلك في كتابه الشهير حول نشأة الكون «الدقائق الثلاث الأولى» *The First Three Minutes*، الصادر عن دار نشر بيزيك في عام 1977. وفي كتابه «نحو تفسير للعالَم»، يناقش واينبيرج رفْض تدريس العلم الأرسطي في جامعة باريس في القرن الثالث عشر، ويذكر أن «هذا الرفض أنقذ العلم من هيمنة المذهب الأرسطي، أمّا إلغاء الرفض، فقد أنقذ العلم من هيمنة المسيحية». وعادةً ما يستخلص واينبيرج الدروس العلمية المستفادة من التاريخ، ويشرحها بأمثلة من القرن العشرين. فقد أشار إلى أن أعمال كوبرنيكوس تؤكد «أن النظرية البسيطة والجميلة التي تتفق مع الرصد والملاحظة هي غالبًا الأقرب للحقيقة من النظرية القبيحة والمعقدة التي تتفق بصورة أفضل مع الرصد والملاحظة»، ثم يحكي بعدها قصة من تاريخ ميكانيكا الكَمّ، التي تتضمن منهج إيروين شرودنجر في حساب مستويات الطاقة في ذرات الهيدروجين. وبعد اتهام البيروني ـ العالِم الفارسي الذي عاش في القرن الحادي عشر ـ بالخطأ في حساب قُطْر الأرض، سرد واينبيرج قصته كأحد المتدربين في فصل الصيف، حين قام بحساب المجال المغناطيسي بحِسْبة وصلت إلى 8 أرقام كبيرة، لا معنى لها.





نحو تفسير للعالَم: اكتشاف العلم الحديث
ستيفن واينبيرج
آلين لين/ هاربر كولينز 2015.

هذا المنهج لا يخلو من ثغرات، فقد أخطأ حقًّا بيكون وديكارت كثيرًا في تقديرهما العلمي، لكنهما دافَعَا عن العِلم منذ البداية، وساعَدَا في ترسيخه كنشاط مفهوم ومفيد، ووَضَعَا قاعدة ثقافية ترتكز عليها مهنة واينبيرج كعالِم. ولا يتم إغفال أهمية هذه الإنجازات، سوى في سرد قاصر الرؤية لتاريخ العلم.

يعترف واينبيرج بأنه يشعر بالألفة أكثر مع فيزياء القرن السابع عشر حتى الوقت الحالي، نظرًا إلى ترسيخ قواعد المنهج العلمي في ذلك الوقت. ويظهر عدم انسجامه مع الحقب السابقة حين يفشل أحيانًا في إدراك السياق أو الظروف التي تحكم كل اكتشاف علمي. والأدهى من ذلك.. قوله أن سقراط «لم يهتم كثيرًا بالعلوم الطبيعية». واستند في هذا الحكم إلى فقرة في كتاب «عن الروح» *Phaedo* لأفلاطون، حيث عبَّر فيها عن إحباطه من وصف سلفه أناكساجوراس للأجرام السماوية «بمصطلحات مادية خالصة، دون أدنى اعتبار لما هو أفضل»، لكن القصة لا تنتهي عند هذا الحد؛ ففي كتاب «عن الروح»، يذكر سقراط أنه تبنَّى رؤية أناكساجوراس للكون الذي يحكمه عقل سماوي، ثم رفضها لاحقًا، لأن هذه الرؤية فشلت في توضيح الكيفية والسبب وراء أن آليات الكون هذه تعبِّر عن الاختيارات الحتمية لهذا العقل، وهو أمر لا سبيل لمعرفته بأي حال من الأحوال. ومن ثم، قرر سقراط صياغة منهجه الخاص في التحقق، الذي يبدأ بافتراضاته الأرجح، ثم اختبارها من خلال التساؤل.

على هذا المنوال، يستشهد واينبيرج بملاحظة رصدها من موقف، أكّد سقراط بوضوح أنه تخلى عنه. ورغم أن مصطلحات سقراط الأساسية ـ مثل الافتراض، والمنطق ـ لا تعني بالنسبة إلينا ما كانت تعنيه لليونانيين، فإن الفيلسوف اليوناني كان يقدم لنا شيئًا، فشل واينبيرج في إدراكه. فمنهجه الافتراضي المنفتح على التحقق والتساؤل رفَض الاستناد إلى المنطق المجرد، أو المعرفة السماوية. وهو منهج، يعتبره كثيرٌ من العلماء ـ عند اقترانه بالرياضيات ـ إحدى الصور الأولى للمنهج العلمي.

افتتح واينبيرج كتابه بالاستشهاد من قصيدة «حديث عن الظل» للشاعر جون دون، التي تحكي قصة عاشقَين يتحدثان في الصباح، وكان ظلّهما يخفت ويصغر شيئًا فشيئًا، حتى تلاشى في النهاية مع تحرك قرص الشمس فوق رأسيهما. وكان البيت الأخير الذي استشهد به واينبيرج يقول: «وتصاغرت كل الأشياء أمام الوضوح الساطع». واختتم كتابه بإشادة قوية وحاسمة بالمنهج الاختزالي، باعتباره الطريق الصحيح للعلم، الذي يقدم «تفسيرًا لما عليه العالَم اليوم».

يوضح المنهج الاختزالي العديد من الأشياء في الماضي، مثل الجوانب الأساسية للنماذج الفلكية والبصرية. وأظهر واينبيرج أيضًا فهمًا عميقًا وسلسًا للغاية للممارسات العلمية بصورة تفوق عديد من المؤرخين والفلاسفة. ويقول في كتابه: «إننا نتعلم كيف ننتج العِلْم.. ولكنْ ليس بصياغة قواعد إنتاج العِلْم، بل من خبراتنا في ذلك.. وهي خبرات تحرِّكها الرغبة في الشعور باللذة التي نستمتع بها عندما تنجح مناهجنا في تفسير شيء ما»، لكنْ أحيانًا ينبغي أن نرى الظلال، ونتعلم كيف يتلاءم شيء ما مع ما حوله؛ لنراه على حقيقته المجردة. ■



AKG-IMAGES

صورة من عام 1660، توضح رؤية نيكولاس كوبرنيكوس للكون، وفقًا لمبدأ مركزية الشمس.

روبرت كريس أستاذ الفلسفة في جامعة ستوني بروك في نيويورك، والمؤلف المشارك في كتاب «لحظة الكَمّ».
البريد الإلكتروني: robert.crease@stonybrook.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



BOBBY MODEL/NATL GEOGRAPHIC CREATIVE

قبائل الطوارق في الصحراء الكبرى من بين 2.6 مليار نسمة يعيشون في الأراضي الجافة.

علم البيئة

الأراضي الجافة تحت الأضواء مجددًا

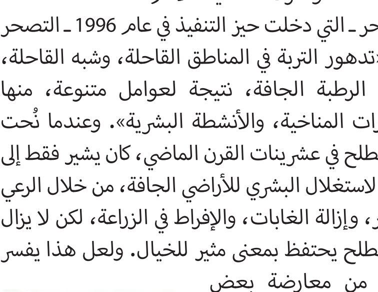
أندرو روبنسون يجد أنّ دراسة المناطق القاحلة وشعوبها تكشف عن ثروات لا حصر لها.

نشأت الحضارات القديمة على ضفاف الأنهار العظيمة في الأراضي الجافة، مثل أرض الهلال الخصيب (التي يُطلق عليها الآن العراق وسوريا وفلسطين)، وفي وادي النيل، غير أن الشعوب الأوروبية منذ القدم تَعتبِر الصحاري مناطق جرداء وقاحلة، لا تُعِين على الحياة، ربما لأن أوروبا ليست بها صحار خالصة. وتجاهل تشارلز داروين ـ خلال ترحاله في العالم خلال ثلاثينات القرن التاسع عشر ـ مناطق معينة، مثل صحاري شيلي، واعتبرها مناطق بدائية، مقارنة بالغابات المطيرة وجُزُر المحيط. وفي القرن العشرين، اعتُبِرت الأراضي الجافة في مناطق متباعدة ـ مثل نيفادا، والجزائر، وكازاخستان، وأستراليا ـ مناطق ملائمة لاختبار الأسلحة النووية.

في كتاب «الصحراء»، يسعى الجيولوجي مايكل ويلاند لإعادة الأمور إلى نصابها. وفي كتابه «الرمال» (مطبعة جامعة أكسفورد، 2009) استكشف الأراضي الجافة بعمق وإسهاب. أمّا في هذا الكتاب، الذي يتحدث عن التاريخ الثقافي والعلمي، والمزوَّد برسوم وصور مبهرة، فينطلق ليرسم الصورة الكبيرة، مازجًا بين علوم الجيولوجيا، والمناخ، والنبات، والحيوانات، والبيئة، والأنثروبولوجيا؛ لتسليط ضوء جديد على أماكن ذات تاريخ عريق، تحفل بالثراء الطبيعي والثقافي. يقول في كتابه: إذا نمتَ ذات ليلة في الصحراء، ستجد على الرمال، عندما تصحو في الصباح، «آثار مسارات ومسالك الأنشطة الليلية المتعددة».

تَعتبِر الأمم المتحدة ثلث مساحة اليابسة في كوكبنا ـ التي يعيش عليها خُمْس سكان العالم ـ مناطق شديدة القحولة، مثل الصحراء الكبرى، أو قاحلة، مثل وسط أستراليا، أو شبه قاحلة، مثل الغرب الأمريكي. وإذا أخذنا في الاعتبار المناطق الجافة شبه الرطبة، مثل جنوب شرق الهند، فيمكن وصف مساحة 41.3% من اليابسة بأنها أراضٍ جافة، يسكنها حوالي 2.6 مليار نسمة. ومع ذلك.. لا يُؤخذ في الاعتبار حساب تأثير غبار الصحراء على المناطق غير القاحلة. وقد نَوَّه ويلاند إلى أن الغبار الأفريقي الذي يهب عبر المحيطات يحدد قوة الرياح الموسمية الهندية، ويكون تراب جزر البهاما، وفلوريدا كيز، فضلًا عن الغبار القادم من أفريقيا، والشرق الأوسط، وآسيا، يحفِّز سقوط مطر الشتاء والجليد في كاليفورنيا. ومن ثم، هناك حاجة عاجلة إلى فَهْم تضاريس الصحاري، وبيئتها، ومجتمعاتها، واقتصادياتها.

خَصَّ الكتاب ظاهرة التصحر بقسط وافر من الاهتمام والمناقشة. وتُعَرِّف اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر ـ التي دخلت حيز التنفيذ في عام 1996 ـ التصحر بأنه «تدهور التربة في المناطق القاحلة، وشبه القاحلة، وشبه الرطبة الجافة، نتيجة لعوامل متنوعة، منها التغيرات المناخية، والأنشطة البشرية». وعندما نُحت المصطلح في عشرينات القرن الماضي، كان يشير فقط إلى سوء الاستغلال البشري للأراضي الجافة، من خلال الرعي الجائر، وإزالة الغابات، والإفراط في الزراعة، لكن لا يزال المصطلح يحتفظ بمعنى مثير للخيال. ولعل هذا يفسر جانبًا من معارضة بعض العلماء لتعريف المصطلح، ويرى ويلاند أنه «يحجب الحقائق». ويتجلى ذلك ـ على سبيل المثال ـ من خلال الإشارة الضمنية الخاطئة إلى أن الصحراء تمثل المرحلة النهائية من عملية تحوُّل ما، وليست «إحدى البيئات المتنوعة في كوكبنا، أو بيئة تطورت بصورة طبيعية في ظل ظروف ندرة المياه».



كتاب «الصحراء.. أراضي الحدود المفقودة»
مايكل ويلاند
ريكشن: 2015

تعريف مصطلح الصحراء ليس تعريفًا مباشرًا. ويشير ويلاند إلى أن خريطة الأمم المتحدة للأراضي الجافة ـ التي تصنف المناطق وفقًا لمؤشرات الجفاف والقحولة ـ ليس «لها أي معنى على الإطلاق» في الواقع، فالطبيعة ـ كما قال في كتابه ـ لا «تعمل بحدود مرسومة». وعلى العكس، أثمر الاستشعار عن بُعد باستخدام الأقمار الصناعية، مثل قمر «إنفيسات» Envisat التابع لوكالة الفضاء الأوروبية، عن خرائط واسعة النطاق وغزيرة التفاصيل، حيث كشفت عن أنماط النباتات التي تتطابق مع الحقائق على الأرض.

أسهب ويلاند في كشف ثراء الطبيعة في الصحراء.. فلون الصحراء، على سبيل المثال، هو بمثابة لمسة معدنية على الصخور، تتألق في ضوء الشمس (تلك اللمسة التي قال عنها تي إ. لورانس إنها أرهقت عينيه). ولا يقل سُمك هذا اللون عن 200 ميكرومتر، وهو غني بأكاسيد الحديد والمنجنيز والمعادن الطينية، بالإضافة إلى البكتيريا وحبوب اللقاح، و«تشكيلة من الجزيئات العضوية». ومن الواضح أن النباتات الصحراوية تزدهر بإنتاج بعض المركبات الكيميائية الفريدة، التي قد يدخل بعضها في تطبيقات وخصائص طبية. فعلى سبيل المثال.. تحتوي نخلة التمر الصحراوية (*Balanites aegyptiaca*) على مواد محتوية على عنصر الصابونين، ويمكن استخدامها في علاج السرطان.

تناولت أقسام كثيرة من الكتاب شعوب الصحراء، مثل الطوارق في الصحراء الكبرى، والسكان الأصليين في أستراليا، كما تَحَدَّث الكتاب عن المستكشفين والرحّالة، ابتداء من ابن بطوطة في العصور الوسطى إلى جيرترود بيل في أوائل القرن العشرين. وأورد الكتاب قصة لا يعرفها الكثيرون، عن دخول الإبل الآسيوية في المناطق النائية الأسترالية في سبعينات القرن التاسع عشر، وكان لهذه الإبل دور حاسم في نقل الأحمال عند إنشاء طريق السكة الحديد العابر للقارات. ويجوب الآن ما يقرب من مليونٍ من أحفاد هذه الإبل منطقة ريد سنتر بحُرِّيَّة.

يسرد الكتاب كذلك القصص المعاصرة حول الجهود البطولية التي قام بها البعض لمقاومة تدهور المناطق القاحلة. ويسلط ويلاند الضوء على ياكوبا ساوادوجو، وهو مُزارع في بوركينا فاسو، نجح في تخضير منطقة كبيرة من الصحراء، رغم مقاومة الحكومة. فقد استخدم أسلوبًا يعتمد على حَفْر الحُفَر (*zai*)، وملئها بالمخلفات التي تتحلل عضويًّا، حيث جذبت النمل الأبيض الذي ساعدت أنفاقه على تكسير التربة؛ مما سهَّل من امتصاص مياه المطر. وفي الفيلم الوثائقي «الرجل الذي أوقف الصحراء» للمخرج مارك دود في 2010، قال المهندس الزراعي الهولندي كريس ريج: «نجح ياكوبا وحده في ترك أثر على التربة، وفي الحفاظ على المياه في منطقة الساحل، وتفوَّق على جميع الباحثين المحليين والدوليين معًا». وفي عام 2013، فاز ساوادوجو وريج بجوائز الأمم المتحدة لأبطال المناطق الجافة في العالم.

يزخر هذا الكتاب بالكثير من المعلومات، رغم أنها في بعض الأحيان قد تكون صعبة الاستيعاب، وتتراوح ما بين التعقيدات الجيولوجية، والإفراط في استخدام المياه الجوفية. ومن وجهة نظر ويلاند المقنعة.. أن «أهم ما نتعلمه من الصحراء أنها ـ في حقيقة الأمر ـ ليست قفرًا، ولا موحشة». ■

أندرو روبنسون مؤلف كتابَيّ «قوى الأرض» *Earth shock*، و«الهند.. تاريخ مختصر» *India: A Short History*.
البريد الإلكتروني: andrew.robinson33@virgin.net

مراسلات

لِنَتْرُكْ قائمة الأنواع المهدَّدة وشأنها

وافقت الحكومة البرازيلية على مراجعة قائمتها الحمراء للحيوانات المائية المهدَّدة بالانقراض في الدولة، بعد تحديثها، وهو ما يمثل انتصارًا لجماعات الضغط في مجال الصيد، إذ لم تقم هذه المراجعة على توافر معلومات بيولوجية جديدة.

كانت القائمة التي أصدرتها وزارة البيئة البرازيلية في ديسمبر 2014 (إعمالًا لقرارين رقم 444، و445) بمثابة تتويج لسلسلة من الإجراءات، استمرت على مدار ست سنوات، شارك فيها 1,300 عالِم مَحليّ وعالمي، تحت إشراف الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة IUCN. تحدّ هذه القائمة من صيد أنواع عديدة من السَّمك ذي القيمة التجارية، مثل الهامور، وسَمَك القرش.

هذا.. وقد اعترضت اتحادات الصيادين في يناير الماضي على معيار إدراج الأنواع ضمن القائمة، وحَثُّوا وزير مصايد السَّمَك وتربية الأحياء المائية، هيلدر ماربالهو، ووزيرة البيئة إيزابيلا تيكسيرا على إعادة النظر في القائمة.

ومن ثم، فإن إلغاء قرار 445، أو تعديل القائمة الواردة في الملحق الأول، التي تنظم صيد 409 أنواع من السَّمك، و66 حيوانًا مائيًّا من الأنواع اللافقارية، سيكون بمثابة تَراجُع خطير في مجال الحماية والإدارة المستدامة للمصايد البحرية في البرازيل.

ألكسندر سي ليس معهد «موسو بارانس إيميليو جويلدي» البحثي، بيليم، بارا، البرازيل.
alexanderlees@btopenworld.com

التنوع الحيوي: يشمل أنواع المياه العذبة

إن إغفال الأنواع التي تعيش في المياه العذبة من تقييم التنوع الحيوي (Nature **516**, 158-161; 2014) إنما ينمّ عن انحياز بشكل عام تجاه حماية الكائنات البرية. ويرجع هذا إلى عدم كفاية المعلومات عن النظام البيئي للمياه العذبة. تغلب على القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لحماية الطبيعة ـ على سبيل المثال ـ أنواع السَّمك التي تعيش في الماء العذب، ولا أحد يعرف وضع تجمُّعات هذه الأنواع.

تمثِّل إجراءات الحماية المتكاملة أهميةً بوجه خاص في الأماكن التي يعتمد فيها الناس على الماء العذب كمورد أساسي من أجل البقاء، حيث يغيِّر البشر بشكل متسارع ـ من خلال أنشطتهم ـ من الأنهار والبحيرات وما يحيط بهم من مناظر طبيعية. وخير مثال على ذلك.. حوض نهر الأمازون الغني بالتنوع الحيوي. وقد أدَّى تناقص إمدادات السَّمك الذي يعيش في الماء العذب ـ في أجزاء من أفريقيا ـ إلى المبالغة في الانتفاع من الحيوانات البرية (J.S. Brashares *et al*. *Science* **306**, 1180- 1183; 2004).

إننا بحاجة إلى المزيد من البيانات عن الأنظمة البيئية للماء العذب؛ لتزويد استراتيجيات الحماية بالمعلومات والحقائق، ولإيجاد تكامل بينها وبين الموائل البرية.

سيباستيان هيلبيرن جامعة شيكاغو، إلينوي، الولايات المتحدة الأمريكية.
sheilpern@uchicage.edu

أول مضاد حيوي مستخرَج من مستنقع للتوت البري

يشير لوزي لينج وزملاؤه إلى ورقة سلمان واكسمان البحثية «اكتشاف عقار من منتج طبيعي» (Nature 517, 455-459; 2015; see also K.Lewis *Nature* **485**, 439-440; 2012)، التي تشرح اكتشاف واكسمان لعقار «ستربتوميسين» streptomycin من التربة في عام 1943؛ وهو أول عقار فعال في علاج الدرن. وفي واقع الأمر، كان رينيه دوبو ـ وهو أحد تلاميذ واكسمان السابقين ـ قد عَزَلَ أول مضاد حيوي عن البكتيريا الموجودة في التربة قبل واكسمان بما يزيد على عشر سنوات.

في عام 1930، عزل دوبو إنزيمًا من بكتيريا عصوية غير معروفة في مستنقع حمضي في نيوجيرسي، ينمو فيه التوت البري. دمّر هذا الإنزيم الجدار عديد السكريد للبكتيريا المُمْرِضة من النوع الثالث *Streptococcus pneumonia*، مما أسفر عن معالجة الحيوانات المصابة وحمايتها من الإصابة (C. L. Moberg *René Dubos, Friend of the Good Earth*; ASM Press, 2005).

في عام 1939، استخرج دوبو المضاد الحيوي «تيروثريسين»، وكذلك «جراميسيدين» من بكتيريا التربة *Bacillus brevis*، وتم تداولهما تجاريًّا، واستُخدما في العلاج الإكلينيكي في عام 1940، قبل أن يتوافر البنسيلين.

استعان واكسمان بأسلوب دوبو في إثراء التربة؛ لعزل عقار «ستربتوميسين»، وقد اعترف فيما بعد بأن دوبو اكتشف «الجراميسيدين» حين قال إنه «النبراس الذي أضاء مجال دراسة المضادات الحيوية واستخدامها بأكمله، بعد أن كان هذا المجال مظلمًا» (S. A. Waksman in *Frontiers in Medicine* 99-119; Columbia Univ. Press, 1951).

كارول إل موبرج جامعة روكفلر، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
moberg@rockefeller.edu

معيارا «بسيط»، أو «أنيق» لا يصلحان

على عكس الانطباع الذي تركه كل من جورج إليس، وجوي سيلك، لم أستخدم الشعارين «الأناقة تكفي»، أو «العلوم بعد التجريبية» قطّ، ولم أوافق على استخدامهما فيما يتصل بنظريات الفيزياء الأساسية (*Nature* **516**, 321-323, 2014)، إذ يتناقض كلاهما ـ في واقع الأمر ـ مع موقفي.

لا أرى أن معايير معينة، مثل (البساطة)، أو (الأناقة)، توفر قاعدة صالحة يمكن أن نحكم بمقتضاها على فُرص قابلية نظريةٍ ما للتطبيق، فأنا أبحث دائمًا عن حُجَج يُعوّل عليها بصورة أكبر. كما أن مفهوم تأكيد النظرية غير التجريبية الذي تبنّيته لا يتأتى من الرغبة في إثبات أن البيانات التجريبية باطلة، بل الهدف منه هو تعليل الوضع الحقيقي في الفيزياء الأساسية الحديثة، عن طريق توسيع نطاق مفهوم تأكيد النظرية، مع الحفاظ على صدارة البيانات التجريبية.

إن تأكيد نظريةٍ ما بشكل غير تجريبي يقوم على تأكيدها عن طريق التجربة من ثلاث نَواحٍ: أولًا، تتحدد قابلية النظرية للتطبيق عن طريق إثباتها تجريبيًّا. ثانيًا، سيظل التأكيد غير المبني على التجربة أضعف من التأكيد القاطع المبني على التجربة. وثالثًا، ينبني التثبيت غير المعتمِد على التجربة على مراعاة أن النظريات ذات الصلة بهذه النظرية في المجال قد ثبتت تجريبيًّا.

من ثم، سيترتب على إنهاء التأكيد التجريبي في مجال البحث، في نهاية الأمر، هدم أساس التأكيد غير التجريبي أيضًا.

ريتشارد داويد لودفيج جامعة ماكسيميليان، ميونخ، ألمانيا.
richard.dawid@univie.ac.at

تهيئة الطلاب للتعامل مع البيانات الطبية الهائلة

يتيح ربط البيانات بالطب الشخصي فرصة غير مسبوقة، إذ سيكون أوفر من حيث التكلفة ـ على المدى الطويل ـ عن الممارسات الحالية، ولا سيما بعد أن باتت فعالية الكثير من الأدوية على المحك (انظر: *Nature* **517**, 540; 2015).

يتوقف نجاح هذه المحاولة على تدريب الجيل القادم من الأطباء الإكلينيكيين وعلماء البيانات على استخدام بيانات تُقاس بالتيرابايت، لكي يختاروا من بين نطاق واسع من خيارات التشخيصات والعلاجات.

يجب أن تضم برامج المعلوماتية الحيوية الموجَّهة إلى الطلاب الجامعيين والخريجين برامج دراسة في مجال أساليب التحليل المنطقي للبيانات؛ لإعداد جيل جديد من الأخصائيين الطبيّين، الذين لا يحتاجون إلى رؤية المرضى، بل يكفيهم الاطلاع على بياناتهم.

إيرفين سيجديك جامعة بيتسبرج، بنسلفانيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
esejdic@ieee.org

الأجسام المضادة.. الحلّ في التثبُّت

لا أوافق على اقتراح أندرو برادبري وزملائه بأن إتاحة توالي الأجسام المضادة التجارية قد يحدّ من إشكالية عدم القدرة على تكرار نتائج البحث الطبي الحيوي (*Nature* **518**, 27-29; 2015). ويكمن الحلّ الحقيقي في التثبُّت من الأجسام المضادة مبدئيًّا.

وأرى أنه يمكن معالجة مشكلة تكرار نتائج الأبحاث بشكل أفضل من خلال تحديد الأجسام المضادة الجيدة والشركات حسنة السمعة التي تطورها وتختبر صلاحيتها وتصنّعها، كما يفعل العلماء المتمرسون حاليًّا. كما يجب أن توفر الدوريات العلمية بيانات تَثَبُّت تفصيلية، وبروتوكولات ومصادر الأجسام المضادة (النسيلة، ورقم الفهرس). وقد تساعد في هذا الصدد المواقعُ الإلكترونية المستقلة التي تسمح بتقديم بيانات عن الأجسام المضادة وتعليقات المستهلكين.

إن العمل الشامل اللازم للتثبت من نوعية التطبيقات ذات الصلة ومدى حساسيتها يمثل أكبر استثمار لتطوير

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جسم مضاد جيِّد وحيد النسيلة. فعلى عكس الأجسام المضادة العلاجية، لم تَصدر براءات اختراع بشأن التوالي الخاص بمعظم الأجسام المضادة الخاضعة للبحث. ويرجع هذا إلى ارتفاع التكلفة بصورة كبيرة، تتعذر استعادتها بالمبيعات.

وحتى لو تغلّبنا على العقبات العملية المتمثلة في التمويل وفرض سياسة تنظِّم نشر التتابع، فإن الإعلان عن تتابع الجسم المضاد غير المحمي ببراءة اختراع سيجعله عرضة للنسخ والإنتاج والبيع من قِبَل الكثيرين. وهذا من شأنه أن يثبط الشركات الكبيرة عن الاستثمار في مجال التثبُّت، فضلًا عن أن هذا سيفسح المجال للتتابع «السيئ» للجسم المضاد، لإفساد قواعد البيانات.

من ثم، قد يؤذي اقتراح المؤلفين ـ بصورة متفاوتة ـ الشركات الكبيرة، ويسيء إلى المستخدمين النهائيين، الذين صُممت في الأساس لحمايتهم، ولن يتمكن من حل مشكلة تكرار نتائج البحوث.

روبرتو دي بولاكيويز شركة «سيل سيجنالينج تكنولوجي» Cell Signaling Technology، دنفرز، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.
rpolakiewicz@cellsignal.com

يجب أن تُرجح الإيجابيات على السلبيات

إذا أردنا تحقيق الاستفادة القصوى من المزايا البيئية والزراعية للفحم الحيوي (وهو إضافة إلى التربة غنية بالفحم)، علينا أن نتفادى ما قد يخلِّفه من آثار غير مرغوبة. (انظر: *Nature* **517**, 258-260; 2015).

على سبيل المثال.. لم يتم التأكد بعد من مدى مساعدة الفحم الحيوي ـ وهو مخزن للكربون تحت الأرض بصورة فعالة ـ في تخفيف انبعاثات الكربون. لقد تمكنت دراسة أُجريت على غابات في المناطق الشمالية، على مدار عشر سنوات، من اكتشاف أن استخدام الفحم الحيوي أدَّى إلى انحلال التربة، وزاد من نشاط ميكروبات التربة؛ ليتسبب في إطلاق ثاني أكسيد الكربون (D. A. Wardle *et al*. *Science* **320**, 629; 2008).

تقلِّل إضافة الفحم الحيوي الأسود من انعكاس سطح التربة albedo، وقد يزيد هذا من حدة احترار الطقس (S. Meyer *et al*. *Environ*. *Sci*. *Technol*. **46**, 12726-12734; 2012). ويمكن التغلب على ذلك من خلال حرث خطوط عميقة في التربة، وذلك من شأنه زيادة فعالية الفحم الحيوي المستخدَم، بيْد أن هذه الطريقة قد تساعد أيضًا في إطلاق ثاني أكسيد الكربون.

هونج يانج جامعة أوسلو، النرويج.
زيانجين هوانج، جامعة نانجينج، الصين.
جوليان آر. طومبسون، كلية لندن الجامعية، المملكة المتحدة.
hongyanghy@gmail.com

الفحم الحيوي.. لنجلب مياه الصرف الصحي

الفحم الحيوي هو بمثابة إضافات للتربة، غنية بالكربون، مشتقة من المخلفات الزراعية، أو سائر مخلفات النبات، لتزيد من إنتاج المحاصيل (انظر: *Nature* **517**, 258-260; 2015). ونقترح إنتاج الفحم الحيوي من الصرف الصحي الذي يخلفه الناس، وهو مورد لم يُستغَل استغلالًا كافيًا، على الرغم من أنه غني بمغذيات التربة والكربون.

ويمكن التخفيف من المشكلات الصحية التي تواجه المناطق النامية من خلال تحويل المواد الصلبة في الصرف الصحي إلى فحم حيوي مُنتِج، وهذا عن طريق التحويل الحراري في حاويات محكمة الغلق. وهذا ربما يغنينا أيضًا عن إقامة بِنية تحتية تقليدية لمعالجة مياه الصرف الصحي، وما يستتبعه هذا من تكاليف بناء وتشغيل عالية.

مارك برولمان، **مانفريد فان أفيردن**، **كريستوف فوهنر** مركز هيلمهولتز للبحث البيئي، UFZ، ليبزيج، ألمانيا.
christoph.fuehner@ufz.de

الهدف الموضوع لإصلاح النظام البيئي غير عملي

في عام 2010، دعت «اتفاقية التنوع الحيوي» إلى ضرورة استعادة «15% على الأقل من الأنظمة البيئية المتدهورة» بحلول عام 2020 (www.cbd.int/sp/targets)، وهو ما يُعَدّ هدفًا غير واقعي، وفق تجربة فنلندا.

يُقاس تدمير النظام البيئي طبقًا لمدى ودرجة تدهوره. وبالتالي، وطبقًا لـ«اتفاقية التنوع الحيوي»، يجب أن يخفض الضرر اللاحق بحالة النظام البيئي بنسبة 15% فوق المساحة الكلية لإحدى المساحات الطبيعية المتدهورة، أو بنسبة 33% في مساحة يتم اختيارها عشوائيًّا، قدرها 45% من هذا المحيط، للوصول إلى نسبة التخفيض نفسها.

يواجه هذا الهدف عددًا كبيرًا من التحديات؛ فمعايير الإصلاح الثقيلة يجب أن يتم تنفيذها على مساحات واسعة، وفي وقت قصير، وفي الوقت ذاته تعويض التدهور المستمر في أماكن أخرى.

تغطي غابات فنلندا نحو 15 مليون هكتار، تَعرَّض 95% منها للتدهور، بسبب الأنشطة البشرية في الغابات. وللوفاء بهدف «اتفاقية التنوع الحيوي»، تحتاج البلاد إلى أن تقلِّل التدهور بنسبة 33% على مساحة أكثر من 100 ألف هكتار شهريًّا بحلول عام 2020.

وقد استغرق الأمر من فنلندا حوالي 30 عامًا، لاستعادة ما يقدَّر بـ30 ألف هكتار من الغابات (انظر: الجدول 2.5 على go.nature.com/pajic9)؛ أي واحد على الألف من المطلوب شهريًّا في «اتفاقية التنوع الحيوي». لذا.. ثمة خطورة في احتمال تجاهل أطراف «اتفاقية التنوع الحيوي» لذلك الهدف، بسبب صعوبته الكبيرة.

جين إس. كوتياهو* جامعة جيفاسكيلا، فنلندا.
البريد الإلكتروني: janne.kotiaho@jyu.fi
* بالإنابة عن 7 مراسلين (ادخل إلى الموقع: go.nature.com/dcyoft لمطالعة القائمة كاملة).

إرث مهم لعالِم أحياء بحرية

نكتب هذه السطور.. لتبديد بعض الخرافات حول شخصية عالِم الأحياء البحرية إد ريكيتس، الذي توفي في عام 1948 (انظر على سبيل المثال: A. Hirsh *Nature* **516**, 326–328; 2014).

لم يكن ريكيتس يعمل في عزلة، فقد تفاعل مع آخرين، وقام بمراسلة تورستن جيسلن، وجورج ماكجينيتي، وويليس هيويت، الذين كانوا يدرسون المخلوقات التي تعيش في بيئة المد البحري. كما قام بتواصل مماثل مع علماء في مؤسسة «سميثسونيان» في واشنطن دي سي، وآخرين في جامعات أمريكية وأجنبية. وعلى الرغم من عدم حصوله على أي درجة جامعية، إلا أنه كان متعطشًا للاستفادة من خبرات الأساتذة الجامعيين، والإسهام في البناء المعرفي الدولي.

إن ملاحظة هيرش بأن كتاب ريكيتس «بين أمواج المحيط الهادئ» كان ثوريًّا في منهجه، لأنه «صنّف الحيوانات طبقًا للموطن، وليس الشعبة أو العائلة» ليس هو مجمل ما في الأمر، فقد نتج عن سنوات عمل ريكيتس على البيانات ـ التي مصدرها ملاحظات وعيِّنات تم جمعها من أحواض المد ـ نظام معقد لبطاقات الفهرسة والإحالة المرجعية؛ أتاح له بناء استنتاجات حول الأنواع، ومَواطنها، ومجتمعات الحيوان. ونتيجة لذلك.. فإن مجموعات البيانات البيئية الخاصة به لا تزال من بين أقوى المجموعات التي تم تجميعها على الإطلاق.

ستيفن ألبرت، **ماري ألبرت**، باسيفيك جروف، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
دون كوهرس، محطة هوبكينز البحرية بجامعة ستانفورد، باسيفيك جروف، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
alberts1234@comcast.net

مبادرة ألمانية تتيح بيانات الحيوانات للعامة

إن البيانات الموثوقة والواضحة مهمة للمناقشات حول معاناة الحيوانات في التجارب. وهناك مبادرة جديدة في ألمانيا، توفر معلومات من السهل الوصول إليها واستخدامها في مشروعات بحوث الحيوان المصرح بها.

وتُلزِم التوجيهات الأوروبية لحماية حيوانات المختبرات (EU/63/2010) الباحثين بإعطاء ملخص غير معرّف وغير تقني عن مشروعاتهم المقترحة، حيث يُذكر الهدف منها، والفوائد المحتملة. ويجب أن يَذكر الملخصُ بالتفصيل كذلك أعداد وأنواع الحيوانات التي ستُستخدم، والأذى المتوقع أن ينال هذه الحيوانات، والدليل على توافقه مع مبادئ التجارب الإنسانية (انظر: go.nature.com/jg7n6v). وتُعتبر مدى معاناة الحيوان والفوائد المحتملة للإنسان أساسًا للحصول على الموافقة.

وقد أنشأ «المعهد الفيدرالي لتقييم المخاطر» في ألمانيا موقعًا إلكترونيًّا يمكن الدخول إليه مجانًا والبحث من خلاله، يضم هذه الملخصات؛ لإعطاء الجمهور رؤية واضحة حول تجارب الحيوانات (انظر: www.animaltestinfo.de). والملخصات متاحة لكل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، التي يمكنها أن تقوم بإنشاء قواعد بيانات مشابِهة، متاح الوصول إليها.

توفر هذه الملخصات قناة مميزة للعلماء؛ لتوصيل أعمالهم إلى العامة. وتعتبر نقطة مهمة في مساعي حماية الشفافية في بحوث الحيوانات، التي تُعتبر مثار جدل على وجه الخصوص في حالة الرئيسيات (أشباه البشر).

جيلبرت شونفيلدر* المعهد الفيدرالي لتقييم المخاطر، برلين؛ وشاريتي ـ كلية طب برلين، ألمانيا.
gilbert.schoenfelder@bfr.bund.de
*بالإنابة عن 4 مراسلين (ادخل إلى الموقع: go.nature com/ebzmxo لمطالعة القائمة كاملة).

هوبرت ماركل

(2015–1938)

عالِم الأحياء الذي أدار المنظَّمات البحثية الألمانية أثناء توحيد الألمانيتين.


WOLFGANG FILSER/MPG

تَرَكَ هوبرت ماركل بصمة هائلة في تاريخ البحث العلمي الألماني في فترة ما قبل وأثناء التوحيد بين الألمانيتين الشرقية والغربية. وللتعريف بهوبرت، فهو عالِم في مجال الأحياء التطورية، وعلم السلوك؛ وشخص ارتدى أيضًا عن جدارة زيّ الكُتّاب، والمفكرين، وصنّاع السياسات. وهو ذلك الباحث الذي كتبت نشاطاته ـ كرئيس مؤسسة البحث الألماني (1986–1991)، وأكاديمية برلين براندنبورج للعلوم والعلوم الإنسانية (1993–1995)، وجمعية ماكس بلانك العلمية (1996–2002) ـ سطور نُظُم البحث العلمي بأكملها في ألمانيا وأوروبا.

رحل هوبرت ماركل عن عالمنا في الثامن من يناير الماضي عن عمرٍ يناهز سبعة وسبعين عامًا، حيث وُلد في مدينة ريجينسبورج بشمال ألمانيا في عام 1938. اهتمّ منذ الصغر بعلوم الإنسانيات، إلا أن ذلك لم يمنعه من دراسة علوم الأحياء، والكيمياء، والجغرافيا بجامعة لودفيج ماكسيميليان في ميونخ، حيث تتلمذ على أيدي كوكبة لامعة من الأساتذة من علماء السلوك، مثل مارتن لينداور، وكونراد لورينز، وكارل فون فريش، وعالِم الحيوان هانزيوشم أوتروم. وعندما بلغ سن الرابعة والعشرين، نال درجة الدكتوراة في علوم الحيوان.

في أوائل ستينات القرن الماضي، كان لماركل العديد من المشاركات البحثية في الولايات المتحدة في كلٍّ من جامعة هارفارد في كمبريدج بماساتشوستس، وجامعة روكفلر بنيويورك، ومحطة الأبحاث المدارية التابعة لجامعة نيويورك لعلم الحيوان (حيث لقَّبه زملاؤه بجيم). وفيما بعد، عاد ماركل إلى موطنه (ألمانيا)، وتحديدًا إلى جامعة جوته في فرانكفورت. وفي عام 1967، قدّم أطروحته عن سلوكيات اتصال الحشرات الاجتماعية؛ لينال بها الدرجة العلمية التي تسمح بإلقاء المحاضرات.

في عام 1968، أصبح ماركل أستاذًا جامعيًّا، ومديرًا لمؤسسة علوم الحيوان، الكائنة في جامعة دارمشتات للتكنولوجيا. وهذا المنصب يبقى في ذاكرته هو الأهم والأنجح في حياته العملية، حيث أعطاه حرية متابعة اهتماماته البحثية، بدايةً من علم الأحياء التطورية، وعلم البيئة السلوكي، حتى علم وظائف الأعضاء الحسية، والحفاظ على البيئة. وفي عام 1974، انتقل ماركل إلى جامعة كونستانتس ـ التي تأسست قبل ثماني سنوات من هذا العام ـ لإحياء فلسفة هومبولت التدريسية، القائمة على البحث العلمي؛ وأصبح من أبرز شخصيات «جامعة هارفارد الصغيرة المستقرة على بحيرة كونستانس».

في العام ذاته، انتُخب ماركل، ليصبح سيناتور في مؤسسة البحث الألماني، التي تُعَدّ الوكالة الحكومية العامة والأولى في تمويل الأبحاث الأساسية. وبعد ستة أعوام متتالية كنائب، أصبح في عام 1986 أصغر رئيس في عمْر الوكالة. ومن بين إنجازاته الكثيرة، تبرز ثلاثة إنجازات مهمة، هي: تنفيذ برنامج المنح طويلة الأمد، وطرح هيكل برنامج للبحث العلمي وتدريب طلبة الدكتوراة، وإتاحة فرص تمويل باحثي ألمانيا الشرقية قبل الاتفاق على توحيد الألمانيتين في خريف عام 1990.

بعد ذلك.. توغَّل ماركل في عملية توحيد نظامي التعليم العالي، والبحوث الألمانية، اللذين كانا قد اتخذا اتجاهات مختلفة بعد الحرب العالمية الثانية. ففي ألمانيا الغربية، ضمن نطاق النظام الفيدرالي ـ الذي أعطى كل ولاية مساحة كبيرة من الاستقلالية ـ نظام التعليم العالي وهيئة البحوث؛ أما في ألمانيا الشرقية، فقد تم تبنِّي النموذج السوفيتي للجامعات، الذي يهتم في المقام الأول بالعملية التعليمية. أمّا العملية البحثية، فتهتم بها المعاهد المتخصصة. وفي عام 1993، كانت مهمّة ماركل ـ كرئيس مؤسِّس لأكاديمية برلين براندنبورج للعلوم والعلوم الإنسانية ـ جذب أفضل الباحثين من منطقتي شرق ألمانيا وغربها؛ ليصبحوا أعضاء فاعلين داخل جدران أكاديمية واحدة، وشكّل مجموعات عمل مشتركة، حيث اجتمعت من خلالها أفضل العقول؛ لخلق جدار متماسك من الثقة بينهم.

واجه ماركل تحديات أكبر بكثير حينما تولّى رئاسة جمعية ماكس بلانك العلمية في عام 1996، حيث إنه أول رئيس حتى وقتنا هذا ـ والوحيد ـ الذي تولى هذا المنصب من خارج الجمعية. وخططت الجمعية لإنشاء 18 مؤسسة جديدة في ألمانيا الشرقية، لكن تدنِّي تقدير تكلفة الاتحاد مِن قِبَل الحكومة حال بين فكرة الاتحاد وعملية الحصول على التمويل اللازم، وكانت هناك ضرورة لاتخاذ قرارات صعبة.

كان من الواضح لماركل أنه من الضروري أن تتدبر المعاهد المستقرة في غرب ألمانيا نفقاتها، وأن يتم توفير المزيد من الموارد للمعاهد الجديدة في الشرق. وسرعان ما أكسبته تلك السياسة المثيرة للجدل سمعة الرجل الصارم، خاصة حينما قرّر إغلاق الأقسام ضعيفة الأداء والمهجورة، فضلًا عن إغلاق معاهد ماكس بلانك بالكامل، كتلك المتعلّقة بالتاريخ في جوتينجن، والمتعلّقة بعلم الأحياء الخلوي في لادينبورج، الواقعة بالقرب من هايديلبيرج. وقد قاومت حكومات الولايات المتأثرة بهذا الإغلاق، إلا أنه بفضل حصافته ومهارته في التواصل؛ استطاع التغلّب على الأمر، وتجديد جمعية ماكس بلانك العلمية.

في أثناء فترة رئاسته، اختار ماركل 153 مديرًا جديدًا من بين مديري الجمعية، البالغ عددهم 266 مديرًا. وبعد التقييم الشامل والجامع للجمعية، قوّى ماركل قنوات الاتصال بين معاهد الجمعية والجامعات المجاورة، مثل جوتينجن، وميونخ، وهايديلبيرج. وفي عام 2000، بدأ برنامج مدارس ماكس بلانك البحثية الدولي. وقد جذب هذا البرنامج بضعة آلاف من صغار الباحثين من الخارج للدراسة بألمانيا، كما استمر في بناء جسور عبر حدود المعاهد العلمية. وأسهم مديرو ماكس بلانك عن كثب في تدريب طلاب الدكتوراة، فضلًا عن عمل الأنشطة البحثية والتدريسية التي انعقدت في الجامعات الألمانية الشريكة ذات الصلة.

على صعيد آخر.. صارح ماركل السلطات المعنية بحقيقة موضوعات معينة، كالهندسة الوراثية، والاستنساخ، وأبحاث الخلايا الجذعية. وصارح أيضًا بموقفه المُعارِض لحالة رهاب الأجانب، والمؤيِّد لعملية التعلم القائمة على التبادل الثقافي، والحق في الانتحار بمساعدة طبيب.

وفي عام 1997، بدأ ماركل دراسة مستقلة عن تاريخ جمعية كايزر فيلهيلم ـ التي أُنشئت قبل جمعية ماكس بلانك، منذ عام 1911، حتى عام 1946 ـ خلال عصر الرايخ الثالث. وفي عام 2001، وبناء على بحثه هذا، أقرّ علانيةً بذنب أعضاء الجمعية المشاركين في طرد الزملاء اليهود، وفظاعات نازية أخرى، واعتذر أيضًا للناجين في حفل إحياء للذكرى.

وما كان يكرره دائمًا على أبنائه الطلاب هو أن «المسؤولية لا تقع على عاتق العِلْم مثلما يبدو لكم. إن الأمر دائمًا يظل رهن عقلية العالِم». لذلك.. متى يُذكر اسمه، لا يسعنا سوى التفكر في أنه المفكِّر الألمعي البصير، والقائد الشجاع، الذي لولاه؛ لفارقت برامج المنح الدراسية والبحث العلمي في ألمانيا حياةَ القوة والتقدم التي تنعم بها الآن. ■

فيلهيلم كرول الأمين العام لمؤسسة فولكس ڤاجن في مدينة هانوڤر بألمانيا. تعاوَن كثيرًا مع هوبرت ماركل على مدار 30 عامًا.

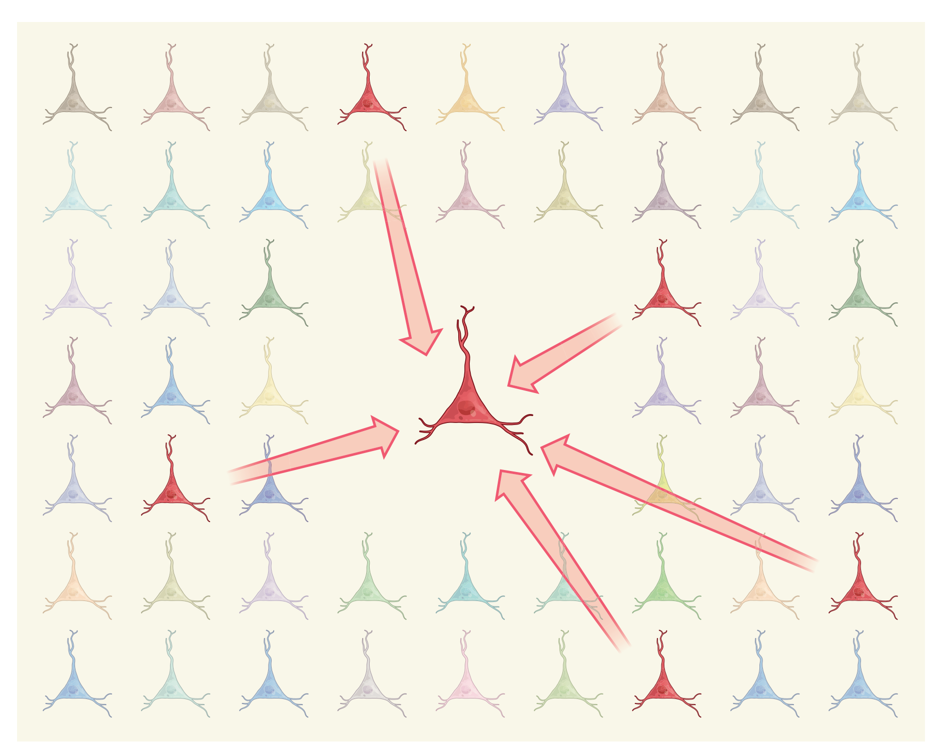
البريد الإلكتروني: krull@volkswagenstiftung.de

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علْم الأعصاب

اتصال خلايا القشرة العصبية

تتلقَّى الخلايا العصبية الموجودة في القشرة البصرية الدماغية آلاف الإشارات من خلايا أخرى مماثلة، لكن اتضح مؤخرًا أن الخلية العصبية تتصل فقط بالخلايا المشابهة لها.



الشكل 1 | فك لغز الشبكات العصبية. تتلقى الخلايا العصبية في القشرة الدماغية البصرية إشارات عصبية مشبكية من خلايا عصبية مماثلة، مبينة في الشكل على هيئة شبكة. تَظهَر الخلايا العصبية التي ينشطها المؤثر الحسي نفسه (أي التي لها حقول متلقِّية متشابهة) باللون نفسه. وتتلقى الخلية العصبية الكبيرة الموجودة في المنتصف إشارات عصبية من جميع الخلايا العصبية المحيطة بها في الشبكة (لم يتم رسم تلك الإشارات). وإذا كان لجميع الإشارات ثقل مشبكي مماثل، سيكون من الصعب تحديد وظيفة الخلية العصبية المتلقِّية، لكنّ كوسيل وزملاءه[2] يوضحون أن الإشارات العصبية التي تتلقاها الخلية العصبية في المنتصف (مبينة هنا بالأسهم) تأتي فقط من خلايا عصبية لها حقول متلقِّية مشابهة.

بينجامين شول، ونيكولاس جيه. بريب

تسمح لنا مواقع التواصل الاجتماعي، مثل موقع "فيسبوك"، أن نتواصل مع عديد من الأشخاص حول العالم، ولكن مع ازدياد قائمة الأصدقاء يصبح من الصعب التواصل مع الجميع، ولذلك.. نختار التواصل بشكل رئيس مع الأشخاص الذين يشاركوننا الاهتمامات ذاتها، وربما يكونون من الأصدقاء المقربين والعائلة. وبشكل مشابه تقريبًا، فإن الخلايا العصبية في القشرة الدماغية البصرية تتلقَّى ما بين 1,000 إلى 10,000 اتصال في منطقة المشبك العصبي من مئات ـ بل آلاف ـ الخلايا العصبية الأخرى[1]، لكنه يظل غير معروف ما إذا كانت الخلايا العصبية "تتجاوب" مع جميع هذه الرسائل بالتساوي، أم لا، فهل لبعض الرسائل تأثير أكثر من البعض الآخر؟ يبين لنا كوسيل وزملاؤه[2] أن الخلايا العصبية في القشرة الدماغية تتجاوب مع ما ترسله لها مجموعة معينة من الخلايا العصبية، لها خصائص وظيفية مشابهة لها، تمامًا مثلما نتجاوب مع أصدقائنا ذوي الميول والاهتمامات المشتركةعلى موقع "فيسبوك".

منذ عقود، يحاول علماء الأعصاب الكشف عن العلاقة بين الخصائص الوظيفية للخلية العصبية والإشارات المشبكية التي تتلقاها من خلايا عصبية أخرى. وتُعد دراسة هذه العلاقة في الجسم الحي تحديًا كبيرًا، لأنه بالرغم من إمكانية تحديد المؤثر الحسي المسؤول عن استثارة الخلية العصبية (ويطلق عليها حقل المتلقي)، يكون من الصعب تحديد إسهام الخلية في الإشارات المشبكية. على الجانب الآخر، تقول القاعدة الذهبية إنه يمكن قياس الإشارات المشبكية من خلال القياس المباشر لزوجين من الخلايا العصبية في شرائح المخ، لكن دون القدرة على قياس حقل المتلقي. ولمواجهة هذا التحدي، قام كوسيل وزملاؤه بالجمع بين القياسات المأخوذة في المختبر، وتلك المأخوذة من الجسم الحي للكشف عن حقول المتلقي في الخلايا العصبية المتصلة مشبكيًّا. وقد اكتشف المؤلفان أن الخلايا العصبية تتلقى إشارات من عدد متنوع من "جيرانها"، لكن معظمها يتم تجاهله تحت تأثير بضعة إشارات عصبية مهيمنة.

ورغم وجود عدد هائل من الاتصالات المشبكية التي تم تحديدها تشريحيًّا، فإنه من المستغرب أن تهمين بضع إشارات عصبية فقط. ويكشف كوسيل وزملاؤه عن صلة مباشرة بين قوة الاتصال (أو الثقل المشبكي) وحقل المتلقي، وذلك في أزواج الخلايا العصبية المتصلة.

تنشأ الاتصالات المشبكية القوية قليلة العدد من الخلايا العصبية التي تمتلك حقولًا متلقية مشابهة للخلايا العصبية التي تتشابك معها. وعلى النقيض، تنشأ عدة اتصالات مشبكية ضعيفة من خلايا عصبية مشتكة مع أخرى لها حقول متلقية مختلفة (الشكل 1)، لكن هذا يطرح سؤالًا مهمًّا: طالما أن الاستجابة العصبية تنتج عن عدد قليل من الاتصالات المشبكية، لماذا إذًا يوجد هذا الكم الكثيف من الوصلات في قشرة الدماغ؟ ربما تكون هذه الوصلات و"التمديدات" لها أهميتها في عملية تطور الدماغ ومرونته (التغيرات في اتصالات الخلايا العصبية)، أو ربما من أجل تشكّل الذاكرة بأنواعها. وقد يسمح وجود الكثير من الاتصالات الضعيفة ببرمجة شبكات قشرة الدماغ بسهولة. وعلى سبيل المثال.. فحدوث أي تغيير طفيف بالثقل المشبكي لبعض الاتصالات العصبية الأساسية قد تنتج عنه تغييرات مهمة في حقل التلقي للخلية العصبية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بهذا.. يمكننا أن نولّد وصلات تشريحية جديدة عن طريق تغيير الحقل المتلقي في الخلايا العصبية القشرية، ولكن هذا سيحتاج إلى الكثير من الوقت والموارد. كما يمكن تحقيق المرونة العصبية بشكل سريع نسبيًّا عن طريق وضع هذه الوصلات في مكانها، والحرص على أن تبقى ساكنة. وبالإضافة إلى ذلك، ولكون الاتصالات المشبكية في مكانها الصحيح، يمكن تحقيق التغييرات في ثقل الاتصالات المشبكية الجارية أثناء عملية التعلم، وذلك بواسطة آليات مثل تلك المسماة المرونة الهيبية (نسبةً إلى العالِم دونالد هيب)، حيث يؤدي تزامُن نشاط خلايا عصبية مع أخرى إلى زيادة الثقل المشبكي[3,4]. وبناء عليه، فإن زيادة درجة الاتصال المشبكي قد تكون هي السر للحصول على المرونة العصبية، وهذا ما يحدث في الدوائر القشرية الناضجة[5,6].

إن المرونة المحتمَلة للدوائر القشرية، والطبيعة المتغيرة لقوة الاتصالات المشبكية، تشكلان تحديًا للمشروعات الرامية إلى رسم خريطة الاتصالات العصبية، التي تهدف إلى تحديد الخصائص الوظيفية للخلايا العصبية، بناء على الاتصالات التشريحية، لا غير[7-9]. إن هذا يشابه إلى حد ما محاولة معرفة خصائص شخصية إنسان ما، من خلال قائمة أصدقائه على موقع "فيسبوك". بالطبع سيكون هذا عملًا شاقًّا وعسيرًا، نظرًا إلى تنوّع الأشخاص الموجودين في هذه القائمة، فمنهم أفراد العائلة، وأصدقاء ومعارف وأشخاص غرباء. ووفق المبدأ نفسه، لو افترضنا جدلًا أن كل الاتصالات متكافئة ضمن شبكة الخلايا العصبية، فإن التنبؤ بانتقائية استجابة القشرة الدماغية سيكون عملًا شاقًّا وعسيرًا، لأن الاتصالات المشبكية متنوعة جدًّا.

ورغم أهمية تلك الخريطة من حيث المعلومات التي ستزودنا بها عن الاتصالات العصبية في القشرة الدماغية، يبين لنا كوسيل وزملاؤه أن تحديد ثقل الاتصال المشبكي أمر مهم وأساسي فيما يتعلق بالاستجابة العصبية، حيث يصبح ممكنًا التنبؤ بانتقائية الاستجابة العصبية، عندما تتم دراسة الاتصال والثقل المشبكي في آنٍ واحد.

على قدر الصعوبات المتأتية من محاولة تحديد ثقل الاتصال المشبكي بواسطة القياسات التشريحية فقط، إلا أن هناك مؤشرات تبيِّن أن الاتصالات المشبكية ليست جميعها متساوية. وتتعدد خصائص الاتصال المشبكي التي يمكن من خلالها تحديد الثقل المشبكي[10]، ومنها على سبيل المثال.. حجم بِنْيَة ما قبل المشبك، مثل التفرعات العصبية، وعدد جزيئات النواقل العصبية التي تطلقها النهاية قبل المشبكية، ومدى قدرة الحجيرات تحت الخلوية المسؤولة عن تخليق البروتين على تشكيل بِنَى بعد مشبكية جديدة. إن فهم هذه العلاقات كلها عامل حاسم؛ من أجل تجاوز الفجوة المعلوماتية بين الجانب الوظيفي والتشريحي للاتصالات العصبية، وهذا من شأنه أن يمكِّن علماء الأعصاب من رسم خريطة وظيفية للاتصالات العصبية. ■

بينجامين شول، و**نيكولاس بريب** قسم علم الأعصاب، جامعة تكساس، أوستين، تكساس 78712، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: nico@austin.utexas.edu

1. Binzegger, T., Douglas, R. J. & Martin, K. A. C. *J. Neurosci.* **24,** 8441–8453 (2004).
2. Cossell, L. *et al. Nature* **518,** 399–403 (2015).
3. Isaac, J. T. R., Nicoll, R. A. & Malenka, R. C. *Neuron* **15,** 427–434 (1995).
4. Liao, D., Hessler, N. A. & Malinow, R. *Nature* **375,** 400–404 (1995).
5. Allard, T., Clark, S. A., Jenkins, W. M. & Merzenich, M. M. *J. Neurophysiol.* **66,** 1048–1058 (1991).
6. Sato, M. & Stryker, M. P. *J. Neurosci.* **28,** 10278–10286 (2008).
7. Kleinfeld, D. *et al. J. Neurosci.* **31,** 16125–16138 (2011).
8. Lichtman, J. W., Livet, J. & Sanes, J. R. *Nature Rev. Neurosci.* **9,** 417–422 (2008).
9. Oh, S. W. *et al. Nature* **508,** 207–214 (2014).
10. Bourne, J. N. & Harris, K. M *Annu. Rev. Neurosci.* **31,** 47–67 (2008).

التنوع الحيوي

فوائد معرفة السكان الأصليين

وَجدت دراسة قائمة على مجموعتين عرقيتين من البلقان، تعيشان على مقربة من بعضهما البعض أن المعرفة المحلية حول المصادر النباتية تساعد المجتمعات في التغلب على فترات المجاعة، كما تدعم قضية التنوع الحيوي.

مانويل باردو دي سانتايانا، ومانويل ماثيا

إن فَهْم الكيفية التي تحصل بها المجتمعات البشرية على الموارد المحلية، وإدارتها، خاصة النباتات المستخدمة في الطعام والدواء، يُعَدّ عاملًا حاسمًا في التأكيد على أن هذه المجتمعات بإمكانها العيش والاستفادة من نظامها البيئي المحلي بطريقة مستدامة. وتُعَدّ دراسة تلك التفاعلات المعقدة بين النباتات والبشر هدف التخصص العلمي المعروف باسم "النبات العرقي" ethnobotany، الذي يستند إلى أساليب مشتقة بشكل رئيس من علم النبات وعلم الأنثروبولوجيا[1]. وتكشف أكثر الدراسات المنتمية إلى هذا التخصص العلمي أن المعرفة المحلية بمصادر المأكل والدواء تشهد تراجعًا خطيرًا[2]، خاصة في أوروبا[3].

ورغم ذلك.. ذكر كويف وبيروني[4] في ورقة بحثية نشرت بدورية *Nature Plants* أن النباتات البرية ما زالت تلعب دورًا أساسيًّا في المجتمعات التي تعيش على جبال كوكس، أحد أفقر مناطق ألبانيا. كما تظهر أيضًا نتائج أبحاثهم أن الحفاظ على المعرفة المحلية يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالحفاظ على التنوع الحيوي.

تقع جبال كوكس في البلقان، وهي بقعة ساخنة ذات تنوع حيوي وثقافي، عانت كثيرًا من التحولات السياسية والاقتصادية عبر العقود الثلاثة الماضية. وقد درس كويف وبيروني مجموعتين عرقيّتين مسلمتين، تسكنان منطقة ريفية، وتتمايزان لغويًّا (جماعة الغوراني والألبان)، ورغم معيشتهما متقاربتين، ومواجهتهما للظروف الاقتصادية والبيئية نفسها، ظلّتا منعزِلَتيْن نسبيًّا عن بعضهما البعض، حيث تستخدم المجموعتان النباتات البرية بطرق مختلفة، مما أعطى الباحثين فرصة للتحقيق في دور العوامل الثقافية في تشكيل كيفية فهم واستخدام النباتات المحلية في الحياة اليومية، والممارسة العلاجية، وبشكل أساسي في البقاء على قيد الحياة. ومن بين التقنيات الكَمِّية المتنوعة التي استُخدمت في الدراسة، صمَّم الباحثون أداة بسيطة مبتكرة لمقارنة التشابهات والاختلافات الثقافية بين استخدام المجموعتين للأنواع النباتية.

وقد أفاد الباحثون بوجود تفاوت كبير في أنواع النباتات المستخدَمة لأغراض طبية مِن قِبَل المجموعتين. وقد يرجع هذا إلى أن نشر الخبرات العلاجية يتطلب درجة عالية من القرب بين الأشخاص؛ لأن تجربة علاج جديد تتطلب ثقة متبادلة[5]. فالصحة أمر حساس؛ ولذلك.. يتقبل الناس النصح بشكل أساسي من الأقارب أصحاب المعرفة، أو الأصدقاء المنتمين إلى المجموعة العرقية نفسها[6]. كما أن هناك طرق علاج تقليدية كثيرة تحتوي على عنصر عالي الرمزية. والآليات التي يعتقدون أنه عن طريقها يتم الشفاء يمكن أن تقع ـ كليًّا أو جزئيًّا ـ في المعنى الثقافي للعلاج المستخدَم[7].

وجد كويفي وبيروني أن المجموعتين استَخدمتا بشكل واسع نوعين فقط من النباتات *Urtica dioica* و*Rosa canina* (الشكل 1)، وكلاهما صالح للأكل. وبشكل عام، كان هناك تشابه في النباتات الغذائية التي استخدمتها المجموعتان.



ROGER SMITH/GETTY

الشكل 1 | استخدمت كلتا المجموعتين العرقيتين الغوراني والألبان زهرة *Rosa canina*.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وقد اقترح الباحثون أن هذا يمكن إعزاؤه إلى أهمية الأنواع البرية الصالحة للأكل في تأكيد الأمن الغذائي. والمعرفة المحلية القوية الخاصة بهذه النباتات تمثل المخزون المعرفي لجماعة ما؛ حيث يساعد أفرادها على مواجهة فترات المجاعة، وشح المواد الغذائية الأساسية[8]. وعندما يكون الغذاء شحيحًا، تبدو الحدود الثقافية أقل حدة، لأن بقاء المجموعة على قيد الحياة يكون على المحك.

وتشير الدراسة إلى أن إحدى المجموعتين تستخدم بعض الأنواع النباتية للتداوي، بينما تتاجر بها الأخرى. ويُقدِّر الناس أنواع النباتات التي يستخدمونها في الحياة اليومية أكثر من تلك التي تُحصد لأجل تسويقها، وهو أمر ـ كما يشير الباحثون ـ قد يكون له عظيم الأثر في المحافظة على تلك الأنواع، وهكذا تكون علاقة المجموعة الأولى بالأنواع النباتية وثيقة بشكل أكبر. والواقع أن أنواعًا كثيرة من النباتات المستخدَمة بانتظام لها أهمية ثقافية كبيرة، ومكان بارز في الذاكرة الجماعية المحلية؛ فهي تُعَدّ جزءًا من القصص والروايات المحلية، ممثِّلةً جوهر مجتمعها، وشخصيته، وهويّته.

توضح هذه الدراسة أن القيم الثقافية لها عظيم الأثر على المعرفة المحلية التقليدية. والانتفاع المستديم من التنوع الحيوي المحلي يكون من خلال استخدام الموارد التي تُقدَّر قيمتها وجدانيًّا أكثر من تلك التي تُستخدم لأغراض غير شخصية، كأن تكون مصدرًا للدخل. وفي تقرير نُشر في العام الماضي[9] افترض أن كثيرًا من المجتمعات الأصلية التي حافظت بنجاح على التنوع الحيوي في مجتمعاتها، فعلت ذلك عن طريق الجمع بين المعرفة الشاملة والتجريبية، في ظل إبداء احترام عميق وارتباط عاطفي بالطبيعة. ويوضح التقرير أن ميلنا إلى الحفاظ على التنوع الحيوي مردّه إلى عدد وكثافة ارتباطاتنا العاطفية. ولذلك.. إذا أُهملت الثقافة التقليدية؛ سيصبح التنوع الحيوي كذلك في خطر، كما يحدث في بعض الغابات والبيئات المقدسة التي أصبحت في طور التحول والانحلال[10]. ويمكن لدراسات معينة، مثل دراسة كويف وبيروني أن تساعد في دمج المعرفة الثقافية الشعبية مع الجهود الرامية إلى الحفاظ على التنوع الثقافي الحيوي. وعن طريق التركيز على وجهة نظر الناس المعتمدين بشدة على استغلال مواردهم المحلية، يمكن لهذه الدراسات أن تدعم استراتيجيات تنمية مستدامة مقبولة ثقافيًّا. ولسوء الحظ فهذا التكامل يلقى دعمًا قليلًا، كما لم يتم تقييم الآثار المترتبة عليه بشكل جيد.

يتعيّن على الدراسات المستقبلية تبنِّي منهج كويف وبيروني لدى اختبار دور العوامل الثقافية في انتشار المعرفة الثقافية المحلية والحفاظ عليها، عن طريق مقارنة ماتوصّل إليه الباحثون بقواعد بيانات كبيرة مُجمَّعة من مصادر ومجتمعات في مناطق أخرى من العالم.

وأخيرًا، فقد دلَّل الباحثون على أن الطرق الكمية في تحليل البيانات الخاصة بعلم النبات العرقي يمكن أن تقود إلى فهم أعمق داخل هذا التخصص العلمي. ونقترح أن تُستكشَف الطرق الكمية في البحث بشكل أكبر. فعلم النبات العرقي يلعب دورا رئيسًا في الدراسات حول كيفية استفادة المجموعات العرقية وتعايشها مع نظامها البيئي.

وينبغي على السياسيين وصنّاع القرار أن يهتموا بوجهات نظر وتقاليد المجتمعات المحلية خاصة في المناطق الريفية التي تعاني من عدم الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي. ■

مانويل باردو دي سانتايانا و**مانويل خ. ماثيا** من قسم علم الأحياء (النبات) بجامعة مدريد المستقلة، 28049، مدريد، إسبانيا.
البريد الإلكتروني: manuel.pardo@uam.es

1. Schultes, R. E. & von Reis, S. *Ethnobotany: Evolution of a Discipline* (Chapman & Hall, 1995).
2. Reyes-García, V. *et al. Evol. Hum. Behav.* **34,** 249–257 (2013).
3. Pardo-de-Santayana, M., Pieroni, A. & Puri, R. K. (eds) *Ethnobotany in the New Europe: People, Health and Wild Plant Resources* (Berghahn, 2010).
4. Quave, C. L. & Pieroni, A. *Nature Plants* **1,** 14021 (2015).
5. Cámara-Leret, R., Paniagua-Zambrana, N., Svenning, J.-C., Balslev, H. & Macía, M. J. *J. Ethnopharmacol.* **158,** 58–65 (2014).
6. Menendez-Baceta, G. *et al. J. Ethnopharmacol.* **161,** 116–127 (2015).
7. Moerman, D. E. & Jonas, W. B. *Ann. Intern. Med.* **136,** 471–476 (2002).
8. Johns, T. in *Eating on the Wild Side* (ed. Etkin, N. L.) 46–61 (Univ. Arizona Press, 2000).
9. Hunn, E. *Ethnobiol. Lett.* **5,** 146–150 (2014).
10. Verschuuren, B., Wild, R., McNeely, J. & Oviedo, G. (eds) *Sacred Natural Sites: Conserving Nature & Culture* (Earthscan, 2010).

فيروس نقص المناعة البشرية

مقيّد بمستقبِلاته

يستطيع بروتين محور وراثيا ويرتبط بغلاف فيروس نقص المناعة البشرية أن يحمي القردة من الإصابة به، ومن الممكن لأسلوب العلاج الجيني هذا أن يوفّر بديلًا للتطعيمات المراوغة.

نانسي هايجوود

اتسمت السنوات الثلاثون الماضية ببحوث طويلة ومحبطة للحصول على تطعيمٍ فعال لفيروس نقص المناعة البشرية (HIV). وفي عام 2009، كانت "التجربة التايلاندية" لتطعيم RV144 هي الأولى من نوعها التي أثبتت نجاحًا في خفض معدّل نقل العدوى بنسبة 31.2%، برغم انخفاض هذه الفاعلية خلال السنة الأولى بعد التطعيم[1]. وأرغمت صعوبة تطوير تطعيم أكثر فاعلية الباحثين على استكشاف المشكلات المطروحة، من خلال العوامل الممرضة الأخرى التي يمكن تعقبها؛ والتي تتضمّن البقاء فترة طويلة داخل جسد العائل، القدرة على التنوع بين المناطق المختلفة، وحجب مناطق مشتركة وتثبيط مناعة العائل.

هنا، يصف جاردنر وزملاؤه[2] مسارًا ممكنا للحصول على الحماية من الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية، من خلال أسلوب العلاج الجيني، بدلًا من الاعتماد على استخلاص استجابة مناعية عن طريق التطعيمات.

يرتبط بروتين الغلاف ثلاثي الجزيئات ـ الموجود على سطح ذرّات أغلب أصناف فيروسات نقص المناعة البشرية ـ مباشرةً ببروتين المستقبِل CD4 الموجود على أسطح الكثير من خلايا المناعة البشرية، مثل الخلايا التائية والبلاعم. ويتسبب حدث الارتباط هذا في وقوع إزاحة كبيرة في هيئة الغلاف، مما يسمح للفيروس بالارتباط بمستقبِلات مساعدة أخرى ودخول الخلية. وقد كان معروفًا منذ عام 1984 أن CD4 هو مستقبِل فيروس نقص المناعة البشرية[3,4]، وقد تم عرض أشكال مختلفة من المستقبِل CD4 المستقر والمقيّد بجزيئات الجلوبيولين المناعي البشري (CD4–Ig) واختبارها كعلاج محتمل؛ حيث كانت الفكرة هي أن الارتباط الفيروسي بتلك المركبات سوف "يبطل مفعول" الفيروس عن طريق منعه من الارتباط بالخلايا والدخول إليها، لكن تلك الطريقة فشلت، وتقدِّم نتائج جاردنر وزملائه التفسير المنطقي الأول لهذا الفشل، كما تقترح طريقة أفضل لاستخدام مشتقات المستقبِل CD4 البشري؛ لمنع الإصابة.

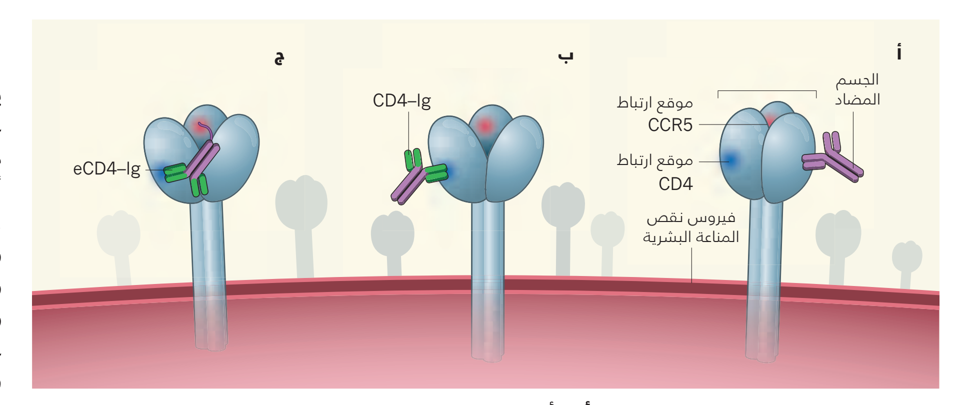
حوّر الباحثون تركيب مستقبِل CD4 من خلال صهره مع شبيه الطرف الأميني CCR5، وهو المستقبِل المساعد بخلايا العائل الذي تستخدمه غالبية فصائل فيروس نقص المناعة HIV-1 وقت الإصابة وتطور المرض. ويمتلك الطرف الأميني CCR5 اثنتين من بقايا الأحماض الأمينية للتيروسين الكبريتية، ترتبطان بغلاف فيروس نقص المناعة، وتساعدانه على دخول الخلية[5]. لذا.. فإنّ شبيه الببتيد هو بمثابة ببتيد مكبرت. تحاكي هذه الفكرة الطريقة التي يرتبط بها الجسم المضاد بموقع ارتباط الطرف الأميني CCR5 على غلاف الفيروس، وقد عدّله الباحثون وثبّتوه في المستقبِل CD4–Ig؛ من أجل الحصول على نشاط أعلى، وتَوافُق أفضل.

يتميز هذا المركّب المخلَّق eCD4–Ig بالقدرة على تثبيط ومعادلة جميع عزلات فيروس نقص المناعة التي تم اختبارها، بما فيها الفصائل عالية المقاومة. وقد توصّل المركّب إلى هذا التأثير بتركيزات أقل من المطلوب في استخدام الأجسام المضادة وحيدة النَّسيلة المثبطة (NmAbs)، التي تبدأ في الظهور أثناء الاستجابة المناعية لدى بعض المرضى المصابين بالفيروس، وهي موضع اهتمام جميع محاولات تطوير التطعيمات، والهادفة إلى منع الإصابة بالمرض، بدلًا من تخفيف آثاره فور حدوث الإصابة[6]. وبالإضافة إلى ذلك.. فقد كان التركيب أكثر فاعلية من تركيبات CD4–Ig السابقة أو NmAb b12 في تحفيز القتل المناعي للخلايا المصابة، وهي العملية التي تُعرف باسم التسمّم الخلوي المعتمِد على الجسم المضاد، والتي تعمل بانسجام مع إبطال المفعول الفيروسي.

وقد أظهر جاردنر وزملاؤه أنّ تركيب eCD4–Ig قد منح مقاومة للفيروس في حال حقنه في الفئران، تمثل نموذجًا للعدوى البشرية. وكاختبار آخر للنشاط داخل الكائن الحي، عالج الباحثون القرود المصابة بالفيروس المرتبط بالفيروس الغدّي (AAV)، التي تعبّر عن الجين الذي يرمز إلى نسخة تركيب eCD4–Ig في قردة الريسوس، مع ناقل منفصل للفيروس الغدّي، يعبِّر عن إنزيم قردة الريسوس؛ لتحفيز إضافة جزيء الكبريت. ويسمح ناقل العلاج الجيني باستمرار ظهور البروتينات المرغوبة في خلايا العائل، من خلال اتحادها مع مورثات هذه الخلايا.

وقد بيَّنت الحيوانات ظهور الجين المنقول بشكل ثابت، وإنْ كان بمستويات مختلفة، وكانت كلّها محمية بالكامل من التحديات المتكررة الناتجة عن جرعات متزايدة من فيروس SHIV، وهو فيروس يجمع بين أجزاء من فيروس نقص المناعة القردي (SIV) وجينوم فيروس نقص المناعة البشرية. وقد استمرّت تلك الحماية لمدة تصل إلى 34 أسبوعًا بعد انتقال الفيروس الغدّي، على الرغم من حقن القردة بهذا الفيروس عن طريق الوريد، الذي يُعتبر هو المسار الذي يوفّر الاختبار الأكثر صرامة لمستوى الحماية. وقد أدّت هذه النتائج إلى إدخال تحسينات على اختبار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | مقارنة بين التطعيمات والعلاج الجيني. أ) تبدأ الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية بارتباط بروتين غلاف الفيروس بجزيئات CD4 وCCR5 على سطح الخلايا التائية. وتهدف أغلب الأبحاث الحالية الرامية لتحقيق هدف الوقاية من الإصابة بالفيروس إلى التركيز على التطعيمات التي صممت لمنع هذا الارتباط، من خلال إنشاء أجسام مضادة ترتبط بالتراكيب المشتركة بين أغلفة الكثير من فصائل الفيروس. تكمن المشكلة في ارتباط الأجسام المضادة بأجزاء معينة من الغلاف، وهو ما يتغلب عليه الفيروس من خلال تطوير نفسه حتى يستطيع حجب تلك الأجزاء. **ب)** استخدام تركيبات مصطنعة من CD4 البشري المرتبط بمركبات الجلوبيولين المناعي تعد طريقة بديلة مقترحة لمنع الفيروس من الارتباط بخلايا العائل. وسوف ترتبط تركيبات CD4–Ig بالكثير من الفصائل الفيروسية، لكنها قد تعرض موقع ارتباط الطرف الأميني CCR5 على بروتين الغلاف للظهور، محفزة بذلك ارتباط الفيروس بهذا الطرف بخلية العائل. **ج)** قدم جاردنر وزملاؤه[2] تركيبًا بديلًا، وهو تركيب eCD4–Ig الذي يحتوي على CD4 وشبيه CCR5، وبالتالي حجب نقاط الارتباط الفيروسي.

سابق لنظام نقل الفيروس الغدّي؛ لتوليد الأجسام المضادة وحيدة النَّسيلة، الخاصة بفيروس نقص المناعة القردي[7]، حيث كان الاختبار السابق يُظْهِر أن مجموعة جزئية فقط من القردة، التي كانت محمية من تحديات مرض نقص المناعة القردي، عبرت عن الجين المنقول.

إذَن، لماذا أسّس جاردنر وزملاؤه هذا العمل؟ باختصار، يتلخص الأمر في الطريقة التي يرتبط بها مستقبِل eCD4–Ig بالفيروس (شكل 1). إنّ الأجسام المضادة وحيدة النَّسيلة المثبطة قادرة على إبطال مفعول نطاق واسع من فصائل فيروس HIV-1 من خلال ارتباطٍ ذي توافق عالٍ جدًّا مع فيروسات ذات هيكل مشابه، له الأثر نفسه، وإن كان صغيرًا نسبيًّا. ورغم ذلك.. فإن فيروس نقص المناعة لديه العديد من الحيل لإخفاء تلك النظائر المشابهة عن الجهاز المناعي، على الرغم من أن بعض الأفراد المصابين، الذين يُطلق عليهم "النخبة المثبطة للفيروس" ينتجون أجسامًا مضادة من هذا النوع. وبالمقارنة، فإنّ مستقبِل CD4 يرتبط بأغلفة كل فصائل الفيروس، ولكن بتوافق يقل عن الأجسام المضادة وحيدة النَّسيلة المثبطة. ورغم ذلك.. فإن ارتباط مستقبِل CD4 يؤدي إلى تغيرات في هيئة الغلاف تكشف عن نقطة ارتباط الطرف الأميني CCR5، وبذلك تحفِّز الإصابة بفيروس HIV-1. ومن الواضح أن التغيرات التي أنشأها جاردنر وزملاؤه في تركيب eCD4–Ig الخاص بهم تخطى تلك المشكلة من خلال ارتباط بروتينات[8] الغلاف مع الطرف الأميني CCR5، وفي الوقت نفسه ترتبط بأكثر من جزء من الغلاف الفيروسي، مما يؤدي بالتالي إلى ازدياد قوة الارتباط بالتركيب الخاص بهم.

تثير هذه الدراسة عديدًا من الأسئلة وبعض التحذيرات؛ أولًا فإن البروتين المعدّل ليس طبيعيًّا، ويتطلب إظهار مساعد للإنزيم؛ من أجل إضافة فعالة لجزيء الكبريت لبقايا التيروسين، وثانيًا فإن حجم العينة الخاصة بدراسات القردة صغيرة للغاية، ويحتاج الأمر إلى تجارب أضخم على أشباه البشر. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن تحدي الحقن الوريدي على الرغم من دقته، فإنه لا يمثل العدد الضخم من إصابات فيروس HIV-1 حول العالم. يبقى أن نرى كيف أن تعبير eCD4–Ig سوف يؤثر على تحديات الفيروس في المواقع المخاطية، والذي يحاكي بشكل أفضل المسارات الطبيعية للإصابة، وكذلك فإنه ليس من الواضح بعد ما إذا كان التركيب يحتاج إلى الظهور بالقرب من مواقع التحديات، وهذا أيضًا يمكن أن يختبر في نموذج أشباه البشر.

يكمن تساؤل آخر بشأن فهم مدى أمان المركب eCD4–Ig للإنسان، وقد استثيرت الاستجابة المناعية ضد البروتين في القردة، لكن بقوة أقل من تلك المضادة للأجسام المضادة وحيدة النَّسيلة المثبطة. ويمكن لتلك الاستجابات أن تضعف الفاعلية، ولكنّ الأرجح أن التحذيرات الأضخم للتطبيقات الإكلينيكية الخاصة بالتركيب تتضمن كيف يمكن لها أو لمشتقاتها أن تُستخدَم للبشر. فمن غير المرجح أن يقدم مثل هذا المركب المعقد عدة مرات لهؤلاء الأكثر عرضة للإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية، رغم أن ذلك قد يكون ممكنًا في حالة الاستخدام الموضعي، كما أن مخاطر ظهور التركيبات كجين منقول ـ مماثل لاختبارات القردة التي قام بها جاردنر وزملاؤه ـ تُعَدّ غير معروفة، وسوف يتطلب هذا الأسلوب اختبارات أمانٍ إكلينيكية دقيقة وتدريجية، بيد أنّ غياب التطعيم الذي يستثير ـ على نطاق واسع ـ المناعة الحمائية، ويمنع الإصابة بالعدوى، ومع غياب أي إنجاز مهم يلوح في الأفق؛ لتوفير تطعيم فعال، فإن فكرة إحداث حماية فعالة وممتدة ومماثلة للتطعيمات ضد الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية من خلال العلاج الجيني هي بالتأكيد فكرة تستحق النظر. ■

نانسي هايجوود تعمل في قسم البيولوجيا المرضية والمناعة بالمركز القومي لبحوث الرئيسيات بأوريجون، في جامعة أوريجون للصحة والعلوم، بيفرتون، أوريجون، 97006، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: haigwoon@ohsu.edu

1. Rerks-Ngarm, S. *et al. N. Engl. J. Med.* **361,** 2209–2220 (2009).
2. Gardner, M. R. *et al. Nature* **519,** 87–91 (2015).
3. Dalgleish, A. G. *et al. Nature* **312,** 763–767 (1984).
4. Klatzmann, D. *et al. Nature* **312,** 767–768 (1984).
5. Farzan, M. *et al. Cell* **96,** 667–676 (1999).
6. Hansen, S. G. *et al. Nature* **502,** 100–104 (2013).
7. Johnson, P. R. *et al. Nature Med.* **15,** 901–906 (2009).
8. Hoxie, J. A. *Annu. Rev. Med.* **61,** 135–152 (2010).

كيمياء حيوية

استـهـلاك الميثـان

يُعتبر المركَّب "كيو" هو أقوى العوامل المؤكسدة الموجودة في الطبيعة، والوسيط الإنزيمي الذي يؤكسد الميثان. وقد تمكنت بيانات المطيافية الحديثة من حسم الجدال طويل الأمد بخصوص البنية الكيميائية لهذا المركب.

آمي روزينويج

يتحتم على البكتيريا التي تستهلك غاز الميثان (CH_4) لكي تنتج الميثانول (CH_3OH) عن طريق استخدام جزيء الأكسجين (O_2) أن تكسر رابطتين كيميائيتين: الرابطة التي تصل ما بين ذرتَي الأكسجين، وإحدى الروابط شديدة القوة، التي تصل ما بين ذَرّة الكربون، وذَرّة هيدروجين (C–H) في جزيء الميثان. ومعرفة الكيفية التي يتم بها تكسير هذه الروابط هو أمر بالغ الأهمية لتطوير عمليات حيوية تحول الميثان إلى وقود سائل. كذلك توفر لنا هذه العمليات حلولًا محتملة للتعامل مع الميثان الذي يتم تبديده عن طريق الحرق أو يتم تسريبه إلى الغلاف الجوي نتيجة للازدهار الكبير في عمليات التكسير الهيدروليكي في شتى أنحاء العالم. يكشف بانيرجي وزملاؤه[1] عن البِنْيَة الكيميائية للكيان الجزيئي الذي يتفاعل مع الميثان في المركز النشط لواحد من الإنزيمات التي تحول الميثان إلى ميثانول، إنزيم أحادي أكسيجينيز الميثان المذاب (sMMO).

يتكون الغاز الطبيعي الوافر ومنخفض التكلفة بصورة أساسية من الميثان، كما أنه يعد مصدرًا أساسيًّا للوقود وللمواد الكيميائية. ولسوء الحظ، يتم حرق كميات كبيرة من الغاز الطبيعي الذي يتم استخلاصه بصورة متزامنة مع استخلاص النفط في بعض مواقع التكسير. وتقدَّر قيمة هذا الغاز الذي يتم تبديده في كل شهر بمئة مليون دولار[2]. وفضلًا عما سبق.. يتم إطلاق بعض كميات غاز الميثان هذا إلى الغلاف الجوي، حيث يصبح من الغازات الدفيئة الفعالة. ويمكن الحدّ من هذه المشكلة بتحويل هذا الغاز المبدَّد إلى وقود سائل في مواقع التكسير، إلا أن عمليات تحويل الميثان من الحالة الغازية إلى السائلة تتطلب منشآت ضخمة، ومكلفة وصعبة التشييد للقيام بعمليات "فيشر-تروبش".

ومن البدائل التي اجتذبت اهتمام الكثيرين.. العمليات البيولوجية لتحويل الغازات إلى سوائل، إمّا عن طريق استخدام البكتيريا التي تؤكسد الميثان، أو استخدام الصيغ المعزولة من الإنزيم الأيضي الأساسي للبكتيريا، الذي يُعرف باسم أحادي أكسيجينيز الميثان[3] (MMO). ويمكن إرسال منشآت صغيرة الحجم، تستطيع تحويل الغازات إلى سوائل بواسطة عمليات بيولوجية إلى المواقع النائية أو المؤقتة. وتتميز هذه المنشآت عن مثيلاتها المستخدمة في عملية "فيشر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

"تروبش" بمقدرتها على إنجاز عملية التحويل عند درجات حرارة وضغوط الوسط المحيط. وعلى نقيض ما سبق.. تتطلب كيمياء عملية "فيشر تروبش" درجات حرارة عالية وضغوطًا مرتفعة، إلا أنه من الضروري حدوث زيادة كبيرة جدًّا في معدلات تفاعلات إنزيمات أحادي أكسيجينيز الميثان، وفي أجزاء الكربون والطاقة الموجودة في الميثان، التي يتم تحويلها إلى منتج (أي لا بد من حدوث زيادة في فعالية الكربون، وفعالية الطاقة على الترتيب)؛ من أجل الحصول على تقنية مستدامة[3]. وهناك علاقة وثيقة ما بين فهم تفاصيل كيفية عمل إنزيم أحادي أكسيجينيز الميثان، ومقدرتنا على إنجاز هذه التحسينات.

يوجد نوعان من إنزيم أحادي أكسيجينيز الميثان: نوع يرتبط بالغشاء، ويحتوي على النحاس[4] (ويعرف باسم pMMO)، ونوع آخر مذاب، يحتوى على الحديد (sMMO). وينتمي النوع الثاني إلى عائلة كبيرة من إنزيمات أحادي الأكسيجينيز تَستخدِم زوجًا من أيونات الحديد (مركز حديدي ثنائي النواة) لأكسدة الهيدروكربونات، إلا أنه الإنزيم الوحيد من بين أعضاء هذه المجموعة الذي يستطيع أن يؤكسد الميثان[5]. تمكنت الدراسات المكثفة[6] التي أجريت على امتداد العشرين عامًا الأخيرة من إماطة اللثام عن الكثير من تفاصيل الدورة الحفزية لإنزيم أحادي أكسيجينيز الميثان المذاب. ففي بداية هذه الدورة، يقوم بروتين باختزال أيوني الحديد من حالة الأكسدة +3 إلى +2. بعد ذلك يقوم مركز الحديد ثنائي النواة (II) في ذَرَّتَيْه بالتفاعل مع جزيء الأكسجين في وجود بروتين تنظيمي أساسي؛ لكي ينتج وسائط بيروكسيد الحديد (III). ويلي ذلك حدوث الخطوة المحورية، وهي تفكيك الرابطة ما بين ذَرَّتَي الأكسجين الذي ينتج عنه تكوين وسيط يُعرف باسم المركب "كيو" Q، يقوم بدوره بالتفاعل مع الميثان، من أجل تفكيك رابطة C–H. ويترتب على هذه الخطوة الأخيرة تحوُّل المركب "كيو" إلى معقد "تي" T.

تمت دراسة المركَّب "كيو" باستخدام عدد من المقاربات الطيفية والحاسوبية منذ أن تم الكشف عن وجوده قبل ما يزيد على عشرين عامًا[7]. وفي عام 1997، تم اقتراح بِنْيَة للمركب "كيو"، تتكون من "لب ماسي" يتركب من أيوني حديد، تربط بينهما، بصورة متماثلة، ذَرَّتَا أكسجين منفردتان[8]. تم اقتراح هذه البِنْيَة على أساس بيانات تم تجميعها باستخدام تقنية تسمى طيفيّات موسباور لنظير الحديد ^{57}Fe، دَلَّت نتائجها على وجود أيوني حديد في حالة الأكسدة +4 يحتلان بيئتين إلكترونيتين وهندسيتين متماثلتين. كذلك أشارت بيانات طيفيات الامتصاص للأشعة السينية إلى أن المسافة ما بين ذَرَّتَي الحديد (Fe–Fe) تبلغ 2.46 أنجستروم، وهي قيمة تقل كثيرًا عن الطول المألوف لمثل هذه الرابطة، إلا أن الأبحاث الحاسوبية، وتلك التي أجريت على مركبات النمذجة الصناعية اقترحت وجود مسافات أطول ما بين ذَرَّتَي الحديد[6] (تتراوح قِيَمها ما بين 2.6 إلى 2.8 أنجستروم)، الأمر الذي ألقى بظلال من الشك على البِنْيَة المقترحة. وبحلول نهاية العقد الأول من القرن الواحد والعشرين، بدأ الباحثون في الاعتقاد أكثر فأكثر بأنّ بِنْيَة المركب "كيو" قد تتخذ شكلًا آخر يوجد به "لب مفتوح" يحتوي على وحدة طرفية تتكون من ذرة حديد في حالة الأكسدة +4 مرتبطة برابطة ثنائية بذرة أكسجين(Fe(iv)=O)-وهذه الوحدة البنيوية تكرر وجودها في مركبات النمذجة التي تستطيع أكسدة روابط C–H بسرعة[9]، إلا أنها تعجز عن فعل ذلك في جزيء الميثان.

من الممكن، من حيث المبدأ، أن يتم تحديد الطبيعة الحقيقية للمركب "كيو" عن طريق استخدام تقنية طيفيات رامان الرنينية، التي تستطيع أن تكشف عن الاهتزازات الجزيئية الصادرة عن مط الروابط ما بين ذرات الأكسجين وذرات الحديد؛ إذ توفر ترددات هذه الاهتزازات بصمة مميزة للكيفية التي ترتبط بها ذرات الحديد مع ذرات الأكسجين. لكن هذه التجربة صعبة للغاية لعدة أسباب. أولًا، مركب "كيو" هو مركب وسيط يتكون بصورة عابرة، الأمر الذي يحتم الحصول على طيفه في زمن محدد. ثانيًا، يتوقع أن تكون الإشارات الصادرة عن المركب "كيو" واهنَة لأن محاليل إنزيمات أحادي أكسيجينيز الميثان التي يمكن تحليلها لا يمكن أن يتم تحضيرها إلا عند تراكيز منخفضة، كما أن هناك صعوبات تجريبية أخرى.

الشكل 1 | بنية المركب "كيو". أعلن بانيرجي وزملاؤه[1] عن اكتشافهم لبنية المركب "كيو"، الوسيط الرئيسي في عملية تحويل الميثان إلى ميثانول بواسطة إنزيم يدعى أحادي أكسيجينيز الميثان المذاب. وتدل النتائج التي تحصل عليها هذا الفريق على أن بنية المركب تحتوي على "لب ماسي" (باللون الأحمر) تربط فيه ذرتا أكسجين ما بين أيوني حديد في حالة الأكسدة +4 (Fe^{IV}). والمجموعات المرقمة السوداء التي تحيط باللب الماسي هي السلاسل الجانبية لبقايا الحمض الأميني. حيث يرمز H إلى بقية الهستيدين، ويرمز E إلى بقية الجلوتامات.

تمكن بانيرجي وزملاؤه من تخطِّي كل هذه العقبات باستخدامهم لجهاز رامان، مصمَّم ومحسَّن بصورة خاصة. ففي هذا الجهاز، تم مزج تيار متواصل من الإنزيم ثنائي الحديد صاحب حالة الأكسدة +2 مع تيار آخر متواصل من محلول منظم مشبع بجزيئات الأكسجين، كما تم تسجيل الأطياف عند نقاط زمنية مختلفة، بغرض الحصول على أكبر كمية من الوسيط "كيو" قصير العمر. وبمقارنة الأطياف التي تم توليدها عندما كانت الذرَّتان في غاز الأكسجين من نوع النظير 18 ($^{18}O_2$) بتلك التي تم الحصول عليها حينما تم استخدام ذرتي أكسجين من نوع النظير 16 ($^{16}O_2$)، تمكَّن هذا الفريق البحثي من التعرف على الاهتزازات الصادرة من المركَّب "كيو"، وسط بحر من الإشارات الأخرى. وحينما تمت مقارنة تردد هذا الاهتزاز مع الاهتزازات التي تمت ملاحظتها في عدد من الكيانات المختلفة التي تحتوي على روابط حديد-أكسجين من معقدات النمذجة والإنزيمات، لم يتم التعرف إلا على اهتزاز واحد مطابق، وهو الاهتزاز الناتج عن اللب الماسي (الشكل 1). والأمر المهم أيضًا، أن هذا الاهتزاز لم يتطابق مع نظيره الصادر عن الكيانات التي توجد بها وحدة FeIV=O، التي يتوقع وجودها في بِنْيَة اللب المفتوح.

تمكن الباحثون من التغلب على صعوبة هذه التجربة باستخدام جهاز رامان المصمم بصورة خاصة

قام بانيرجي وزملاؤه بسبر غور الكيفية التي يتكون بها اللب الماسي الظاهري، عن طريق اجرائهم لتجارب استخدموا فيها جزيء أكسجين تَكَوَّن من خليط نظيري ($^{16}O–^{18}O$)، ولاحظوا فيها وجود تردد جديد في طيف المركب "كيو"، وهو الأمر الذي لا يمكن تفسيره إلا بوجود لب ماسي يحتوي على ذَرَّة ^{16}O وذَرّة ^{18}O، مما يعني أن الذَّرَّتين المكوِّنتين لجزيء الأكسجين انتهى بهما المطاف في المركب "كيو". كشفت الأطياف أيضًا عن اهتزاز يمكن أن يُعزى إلى المعقد الناتج (المعروف باسم "تي")، الذي يحتوي على ذَرَّة من ذَرَّتي جزيء الأكسجين غير المرتبطة ببروتون، تربط بين مركزي أيوني حديد.

وتلقِي الدراسة المتمعِّنة لهذه النتائج الضوء على الكيفية التي تكسر بها إنزيمات أحادي أكسيجينيز الميثان المذاب الرابطة O–O لكي تكون الوسيط "كيو". وتتفق هذه البيانات بالدرجة الأكبر مع آلية يتوزع فيها إلكترونَا الرابطة بالتساوي على ذرّتي الأكسجين (عملية تفكيك متجانس)، على الرغم من أنه ليس من الممكن أن ننفي بصورة قاطعة حدوث التفاعل بآلية تستحوذ فيها إحدى ذرتي الأكسجين على كلا الإلكترونين (عملية تفكيك متباين).

مِن المستحَب الآن أن يتم الحصول على إثباتات إضافية على صحة بِنْيَة المركب "كيو". ويمكن إنجاز هذا الهدف عن طريق الدراسات الحاسوبية ذات المستوى الرفيع وعن طريق الحصول على بينات طيفيّة إضافية. لُوحِظ وجود اللب الماسي الذي يتكون من زوج من ذرات الحديد في مركبات النمذجة التي عجزت عن أكسدة الميثان[10]. وما دام الأمر كذلك، فما هو السر إذًا وراء مقدرة مركب "كيو" على أكسدة الميثان؟ أحد التفسيرات المحتملة التي اقترحها بانيرجي وزملاؤه هو أن الترتيب المختلف لإلكترونات قشرة التكافؤ في أيونات الحديد ذات حالة الأكسدة +4 في المركب "كيو" (حالة الغزل العالي) يضفي عليها فعالية مرتفعة، مقارنةً بحالة الغزل المنخفض للمعقدات الصناعية. وهذا الفارق هو ـ على الأرجح ـ من الطرق العديدة التي يتحكم فيها الإنزيم بدرجة وثيقة بكيمياء الأكسدة؛ لكي يضمن فعالية المركب "كيو". ■

آمي سي. روزينويج تعمل في قسمي العلوم البيولوجية الجزيئية والكيمياء، جامعة نورثويسترن، إيفانستون، إلينوي 60208، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: amyr@northwestern.edu

1. Banerjee, R., Proshlyakov, Y., Lipscomb, J. D. & Proshlyakov, D. A. *Nature* **518,** 431–434 (2015).
2. Salmon, R. & Logan, A. *Flaring Up: North Dakota Natural Gas Flaring More than Doubles in Two Years* (Ceres, 2013); available at go.nature.com/jdks3y.
3. Haynes, C. A. & Gonzalez, R. *Nature Chem. Biol.* **10,** 331–339 (2014).
4. Culpepper, M. A. & Rosenzweig, A. C. *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* **47,** 483–492 (2012).
5. Sazinsky, M. H. & Lippard, S. J. *Acc. Chem. Res.* **39,** 558–566 (2006).
6. Tinberg, C. E. & Lippard, S. J. *Acc. Chem. Res.* **44,** 280–288 (2011).
7. Lee, S.-K., Nesheim, J. C. & Lipscomb, J. D. *J. Biol. Chem.* **268,** 21569–21577 (1993).
8. Shu, L. *et al. Science* **275,** 515–518 (1997).
9. Xue, G., De Hont, R., Munck, E. & Que, L. Jr *Nature Chem.* **2,** 400–405 (2010).
10. Xue, G. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 20713–20718 (2007).

منتدى النقاش عِلْم الكون

أقدم ضوء كوني

إن إشعاع الخلفية الكونية هو ضوء خافت خَلَّفَه الانفجار العظيم ، يملأ المشهد السماوي بأكمله، ويحمل بداخله تاريخ الكون الأول. في هذا المقال يضع اثنان من المتخصصين الخطوط العريضة لما نعرفه عن الضوء القديم نظريًّا ورصديًّا.

تاريخ حياة الفوتون

ديفيد سبيرجل

يُعتَبَر إشعاع الخلفية الكونية من أقدم مصادر الفوتونات في الكون، وهذه الفوتونات بمثابة حفريات تشكّلت في الساعات الأولى بعد الانفجار العظيم. وفي الثلاثمئة ألف سنة الأولى من التاريخ الكوني، شكلت البروتونات والأيونات والإلكترونات البلازما الكثيفة، حيث كانت فوتونات إشعاع الخلفية الكونية تبعثر هذه الإلكترونات مثلما يخترق الضوء الضباب الكثيف ويبعثره. وفي أثناء بواكير هذه الحقبة، كان أي شكل من أشكال حقن الطاقة ينتج المزيد من الفوتونات التي تشوّه طيف طاقة إشعاع الخلفية الكونية. ووفقًا لمقياس مستكشف الخلفية الكونية (COBE) الذي لم يكشف أي انحراف من نموذج الجسم الأسود[1]، فضلًا عن أنه أحد الإنجازات التي حصدت جائزة "نوبل" في الفيزياء في عام 2006، تقيّدت بواكير التاريخ الكوني بحدود معينة، واعتبرت ركنًا لا يتجزأ من أركان نظرية الانفجار العظيم.

خلال فترة المئة ألف سنة التالية، اتّحدت الإلكترونات والبروتونات معًا؛ فتكّون الهيدروجين المحايد. ونتيجة لشفافية الهيدروجين، فهو يعطي فوتونات إشعاع الخلفية الكونية فرصة الانتشار الحر. وقد أخذت هذه الفوتونات في الانتقال لمدة 13.8 مليار سنة، أي ما يعادل عمر الكون تحديدًا، وعندما التقطتها كواشفنا؛ تعرضت للانزياح الأحمر؛ لتصبح في أطوال الموجات الصغرى، لذلك نرصدها في صورة إشعاع الخلفية الكونية. وتحمل درجة الحرارة وأنماط استقطاب إشعاع الخلفية الكونية بصمات آخر تفاعلات الفوتونات مع الإلكترونات، كما يصف الاستقطاب مسار الحقول الكهربائية التي تحملها الفوتونات.

يفضي النموذج الكوني الأكثر انتشارًا إلى أن الكون المبكر قد خضع لفترة من التوسع الهائل، اسمها التضخم. وخلال هذا التوسع التضخمي، نما حجم الكون نموًّا يزيد عن 180 معدلًا أُسِّيًّا، كما تضخمت التقلبات الصغيرة في الحقل الكمي الضوئي في شكل تقلبات للكثافة، وفقًا لمقاييس مليارات السنين الضوئية. أنتجت تقلبات الكثافة هذه موجات صوتية، وهي الموجات التي انتشرت في بواكير هذا الكون. ومن ثم ، ولّدت موجات الصوت بدورها نمطًا مميزًا من التموجات، رصدناها في قياسات تقلّبات درجة الحرارة في إشعاع الخلفية الكونية التي قام بها مسبار "ويلكينسون" لقياس تباين الموجات الصغرى (WMAP)[2,3]، والقمر الصناعي "بلانك"[4] والتجارب الأرضية لرصد إشعاع الخلفية الكونية، والقياسات[5] المأخوذة من مسح سلون الرقمي لتوزيع المَجَرّات.

يتفق هذا النموذج البسيط للكون المليء بالمادة المظلمة، والذرات، والطاقة المظلمة وتقلبات التضخم مع ما تم رصده من ملاحظات. وهذه القياسات الدقيقة تحدِّد معالم الكون الأساسية، أي تشير إلى عمره، وكثافته، وشكله، وتركيبه. كما أن الخصائص الإحصائية للتقلبات توفر اختبارًا إضافيًّا للتضخم.

تنتج الموجات الصوتية نمطًا مميزًا من التقلبات في استقطاب إشعاع الخلفية الكونية. ويمكن تقسيم تقلبات الاستقطاب إلى نوعين: نمط الاستقطاب (E)، وهو بمثابة أنماط متناظرة تحت انعكاس المرآة، ويمكن توليده من خلال الاختلافات في الكثافة الناتجة عن التضخم؛ ونمط الاستقطاب (B)، وهو بمثابة تقلبات دائرية. وقد رصد القمر الصناعي "بلانك" ومسبار "ويلكينسون" أنماط الاستقطاب (E) المتنبأ بها، وهو ما شَكَّل انتصارًا آخر لنظرية التضخم.

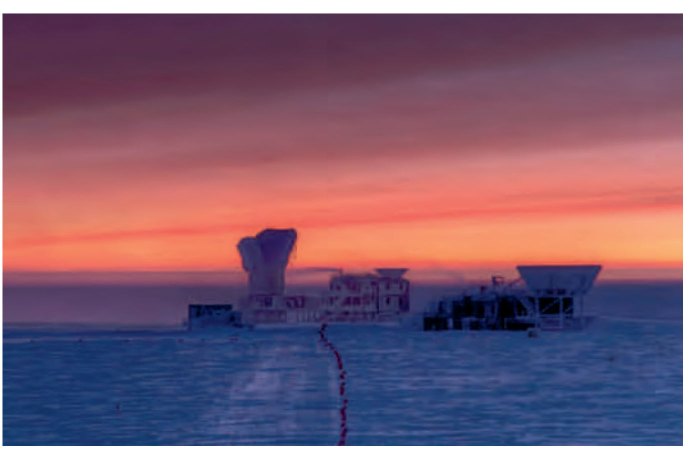
وعلى الرغم من سلسلة النجاحات الرصدية التي تخدم صلب هذه النظرية، ما زلنا نواجه العديد من المشكلات النظرية المصاحبة للنموذج التضخمي. لا شك أن هناك نماذج بديلة، واختبار الرصد المقبل لهذا النموذج سيركز على رصد موجات الجاذبية البدائية، وهي تموُّجات نسيج الزمان-المكان، التي تولدت أثناء التوسع السريع والمبكر للكون. وسيصف بريان كيتنج في المقال المُرفَق البصمة المميزة لنمط (B) من موجات الجاذبية. ■

ديفيد سبيرجل قسم العلوم الفيزيائية الفلكية، في جامعة برنستون الكائنة في مدينة برنستون، بولاية نيوجيرسي (08544)، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: dns@astro.princeton.edu

رسل عديمة الكتلة

بريان كيتنج

يُعتبر إشعاع الخلفية الكونية التمثيل الأفضل[1] لنموذج الجسم الأسود، وهو أفضل بكثير من أي نموذج مختبري، تكون جدرانه مثالية لامتصاص الفوتونات. وتُعَدّ فوتونات إشعاع الخلفية الكونية القديمة هي أيضًا بمثابة مقاييس للجاذبية. وباستخدام خصائص شدتها واستقطابها، يمكننا قياس حقل الجاذبية لآخر سطح مبعثِر، وهو قشرة وهمية شكّلتها ذرات الهيدروجين الأولى للكون. وبشكل مشابه لجدران فرن، فإن سطح التبعثر الأخير ترتفع درجة امتصاصه بشدة، بحيث يكون نهاية خط البصر، وهو أبعد ما يمكننا التطلع إليه، على الأقل باستخدام الفوتونات.



STEFFEN RICHTER, HARVARD UNIV.



BRIAN KEATING

الشكل 1 | البحث عن أصول الكون هناك عدد من التلسكوبات في جميع أنحاء العالم، ثلاثة منها في القطب الجنوبي (مصفوفة "كيك"، و"بايسب 2" (BICEP2)، وتلسكوب القطب الجنوبي، يسار الصورة). وهناك اثنان في صحراء أتاكاما في تشيلي (يمين الصورة؛ حيث ترى تلسكوب أتاكاما الكوني في الجزء العلوي من الصورة، وتلسكوب "بولار بير" في مقدمة الصورة). هذه الأجهزة مهمتها رصد إشعاع الخلفية الكونية، وهو الإشعاع المتبقي من الانفجار العظيم. ويلتقط كل تلسكوب إشعاع الخلفية الكونية بطريقة مختلفة. وتظهر الصورة الواقعة يمينا الموقع المستقبلي لمصفوفة "سيمونز" الذي يعد حاليًا قيد الإنشاء.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ومع ذلك.. فإن سطح التبعثر الأخير هو بمثابة جهاز للكشف عن موجات الجاذبية، إذْ إن غشاءً رقيقًا من المادة يمكنه أن يتعرض لموجات الجاذبية البدائية، يسمح لنا بالتحديق في العهود السابقة، لحظة إنتاج هذه الموجات. وإذا أنتج التضخم موجات الجاذبية؛ فإن الموجات ستكون لها بصمة مميزة من نموذج الاستقطاب (B) على إشعاع الخلفية الكونية[6-8].

وكما وصف في مقالة ديفيد سبيرجل المرفقة، إذا برهن نمط الاستقطاب (B) على أنه ذو منشأ بدائي، فإنه سيكون دليلاً قويًّا على أن التضخم الكوني قد حدث. وهذا هو الهدف من وضع مقاييس استقطاب إشعاع الخلفية الكونية، سواء المخطَّط لها، أم التي تبحر حاليًّا في سماوات نصف الكرة الجنوبي (الشكل 1).

إن لأجهزة استقطاب إشعاع الخلفية الكونية دقة مدهشة، إذْ تبلغ حساسياتها التجريبية الحالية مستوى عشرات من وحدة النانوكلفن، وهو ما كان متعذرًا تصوره قبل عقد لدى البدء[9] بالبحث عن النمط (B). ويعود ذلك إلى النمو الشبيه بما ينص عليه قانون "مور" في عدد أجهزة الكشف، إلا أن هذا ليس أمرًا عاديًّا، مثل بكسلات الهاتف الذكي، حيث تستخدم هذه الأجهزة مقاييس الإشعاع الحراري فائقة التوصيل، وهي حساسات حرارية مبرّدة لأكثر من 300 ميلِّيكِلْفِن. ويرتبط كل اثنين من مقاييس الإشعاع الحراري بتليسكوب عاكس (معتمد على مرآة)، أو كاسر (معتمد على عدسة). وقد تختلف التفاصيل حسب الأداة، إلا أن أجهزة الاستقطاب تستغل طبيعة التغير للإشارة، وما يهم هو الفرق في طاقة الموجة المكروية بين حالتي استقطاب إشعاع الخلفية الكونية.

وللكشف عن هذا الاختلاف، يستخدم التجريبيون بذكاء التعديل المزدوج لإشارات الاستقطاب لكل دوران فعلي حول المحور البصري لأجهزة الاستقطاب. (يمكنك تجريب ذلك مع النظارات الشمسية المستقطبة في يوم مشمس عند لحظة الغروب، انظر إلى الأفق، ولف مرة واحدة: ستجد أن سطوع السماء قد تعدل مرتين).

لكن التحديات التجريبية تمضي بشكل أعمق من حساسية الأجهزة، فالآثار المنهجية التي تتنكر في صورة موجات جاذبية تحتاج أن تصبح بضعة أجزاء من المليار من خلفية 300 كلفن لتغرق الأرصاد. ومع أن هذه درجة قصوى من الحساسية، فإن انبعاث الغبار من مجرة درب التبانة يتصدر الفيزياء الفلكية ويشكل الآن تحديًا هائلًا.

لقد فسّرت بيانات الاستقطاب التي تم الحصول عليها من التلسكوب "بايسب2" في القطب الجنوبي في البداية على أنها دليل على التضخم الكوني[10]، لكنه تم التشكيك بهذا الاستنتاج[11] وتم إعادة تفسيرها مؤخرًا. فقد أظهر التحليل المشترك باستخدام بيانات القمر الصناعي "بلانك" عند التردد 353 جيجاهرتز، والبيانات من مصفوفة "كيك" والتلسكوب "بايسب2" عند التردد 150 جيجاهرتز، أنه من المرجح أن تكون بيانات النمط (B) الأصلية القادمة من تلسكوب "بايسب2" ليست بدائية، ولا منهجية، وإنما كان يهيمن عليها الانبعاث الحراري من حبيبات الغبار في مجرة درب التبانة والتي اصطفت بتأثير الحقول المغناطيسية المجرية[12]. ولا تزال عملية الرصد مستمرة، فوحدها التجارب التي تستطيع مراقبة مناطق السماء النقية بحساسية تتكون من حزم ترددات متعددة، يمكنها رصد الإشارة التضخمية.

إن احتمال الكشف عن موجات الجاذبية من حقبة التضخم، وهي زمن مقداره 10^{-36} ثانية بعد الانفجار العظيم، لأمر مبهج. وبعد، فإن الفيزياء الأكثر غرابةً قد تكون كامنةً وغير مكتشفة في استقطاب إشعاع الخلفية الكونية. ومع اجتياز فوتونات إشعاع الخلفية الكونية للكون، نجدها تقتفي أثر المادة (المظلمة والمضيئة) وانحناء الزمان-مكان نفسه.

تنحرف مسارات فوتونات إشعاع الخلفية الكونية بسبب حقول الجاذبية التي تنتجها المادة المظلمة. وربما يوفر هذا الانحراف أفضل أمل لقياس كتلة النيوترينو[13]، الجسيم الأوّلي الوحيد غير معروف الكتلة.

إن الفوتونات القديمة تضيء الأسرار الكونية الأساسية، كما تسلط فوتونات إشعاع الخلفية الكونية الضوء على الموضوعات التي كانت ذات مرة في نطاق مصادمات الجسيمات، مثل كتلة الجسيمات الأولية، وحقول الطاقة الفائقة، وقد تكون المائة سنة المقبلة مبهجة لكلا الأمرين على حد سواء، بفضل رسول الكون عديم الكتلة، الذي لا يُقهر، الفوتون. ■

بريان كيتنج يعمل في مركز الفيزياء الفلكية وعلوم الفضاء، في قسم الفيزياء في جامعة كاليفورنيا، سان دييجو، لا جولا، كاليفورنيا 0424-92093، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: bkeating@ucsd.edu

1. Fixsen, D. J., Hinshaw, G., Bennett, C. L. & Mather, J. C. *Astrophys. J.* **486,** 623–628 (1997).
2. Spergel, D. N. *et al. Astrophys. J. Suppl.* **148,** 175–194 (2003).
3. Bennett, C. L. *et al. Astrophys. J. Suppl.* **208,** 20 (2013).
4. Planck Collaboration. *Astron. Astrophys.* **571,** A1 (2014).
5. Aubourg, E. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1411.1074 (2014).
6. Polnarev, A. G. *Sov. Astron.* **29,** 607–613 (1985).
7. Seljak, U. & Zaldarriaga, M. *Phys. Rev. Lett.* **78,** 2054–2057 (1997).
8. Kamionkowski, M., Kosowsky, A. & Stebbins, A. *Phys. Rev. Lett.* **78,** 2058–2061 (1997).
9. Keating, B. G. *et al. Proc. SPIE* **4843,** 284–295 (2003).
10. BICEP2 Collaboration. *Phys. Rev. Lett.* **112,** 241101 (2014).
11. Flauger, R., Hill, J. C. & Spergel, D. N. *J. Cosmol. Astropart. Phys.* JCAP08(2014)039 (2014).
12. BICEP2/Keck, Planck Collaborations. Preprint available at http://arxiv.org/abs/1502.00612 (2015).
13. Abazajian, K. N. *et al. J. Astropart. Phys.* http://dx.doi.org/10.1016/j.astropartphys.2014.05.014 (2014).



علم المواد

حركة نانوية ذاتية

كشفت المحاكاة الحاسوبية عن آليّة يمكن من خلالها تحريك تركيبات نانوية من مادة الجرافين في اتجاه محدد، من خلال التحكم في صلابة الركيزة السفلية.

أماندا برنارد

تشكِّل قدرتنا على الحركة حينما وأينما نريد مكوِّنًا أساسيًّا في حياتنا، كما تشكل قدرتنا على التحكم في حركة الأجسام والمواد الأخرى أساسًا لمجموعة كبيرة من التقنيات، ابتداء من الطب، حتى توليد الطاقة. ورغم أن المبادئ نفسها تنطبق على مقاييس النانو، إلا أن تصنيع أجهزة متناهية الصغر بالطرق التقليدية يجابَه بمشكلات عديدة، من ضمنها عدم القدرة على التحكم في اتجاه الحركة، والإعاقة الناتجة عن قوى الاحتكاك، وإمكانية إلتصاق المكونات المتجاورة بروابط كيميائية قوية. قدَّم تشانج وزملاؤه[1] ـ كما ورد في دورية "فيزيكال ريفيو ليترز" *Physical Review Letters* ـ طريقة جديدة لتحريك المواد النانوية، تتغلب على بعض هذه التحديات، دون الحاجة إلى مصدر طاقة خارجي.

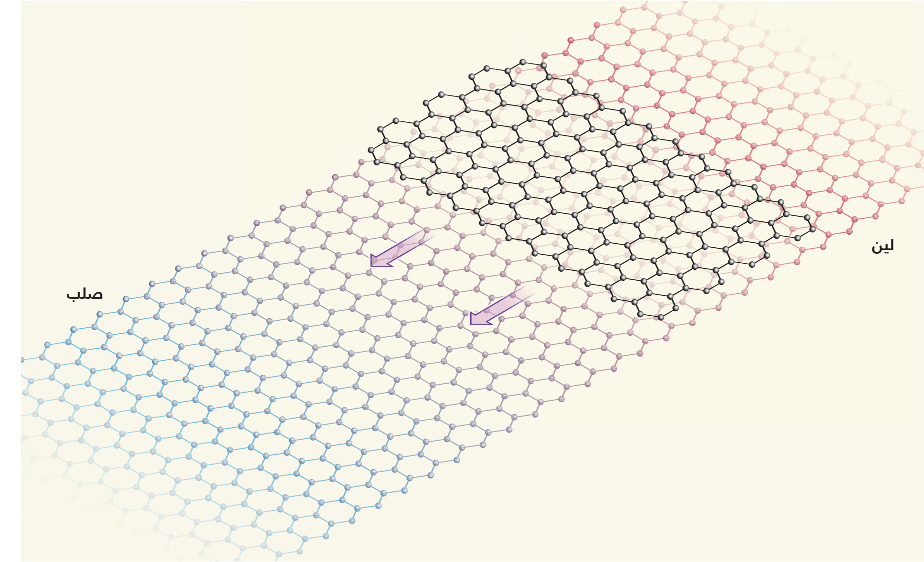
سيؤدي التحكم في حركة المواد النانوية إلى فوائد كبيرة بالنسبة إلى العمليات التي تتطلب نقل الجزيئات وغيرها من الأجسام النانوية، وأيضًا في تشغيل الأجهزة النانوية، مثل أنظمة تحويل الطاقة. ومن أجل تطبيقات معينة، تم اقتراح عدة آليات لتحريك التراكيب النانوية مثل استخدام التيارات الكهربائية[2] (أو الشحنات[3])، الحرارة الانتقائية[4]، أو التفاعلات الكيميائية المعقدة[5]، لكن لا ينطوي أي من هذه الآليّات على حركة ذاتية؛ فالتراكيب النانوية لا تتحرك تلقائيًّا، كما تتطلب هذه الآليات مصادر طاقة للحفاظ على الحركة. وبالإضافة إلى هذا.. قد تؤدي هذه الطرق إلى تلف المواد المستخدمة، مما يقلل من قابلية تكرار العمليات. ويُعَدّ هذا الأمر مشكلة، لأن تقنيات النانو لن تكون قابلة للاستمرار، إنْ لم تكن متينة، يمكن إعادة استخدامها، وذات تكلفة معقولة.

وللوصول إلى طريقة تحقِّق هذه المتطلبات، دون الحاجة إلى تدخُّل خارجي، قام تشانج وزملاؤه بعمل سلسلة من التجارب الافتراضية باستخدام المحاكاة الحاسوبية، التي تقدم مزايا لا تتوافر في التجارب الفعلية؛ حيث يمكن نمذجة مواد خالية تمامًا من العيوب والشوائب، ومعزولة كهربيًّا وحراريًّا وكيميائيًّا. ويصبح لهذا العزل أهمية خاصة عند البحث عن الخصائص الذاتية.

أثناء تلك التجارب، وضع الباحثون أولًا قشرة نانوية من الجرافين على سطح ممتد من ركيزة جرافينية، مع الحرص على عدم اصطفاف الشبكات. والجرافين هو بمثابة شبكة سداسية من ذرات الكربون، بسُمْك ذَرّة كربون واحدة، إلا أن تركيبه عند الحواف شديدة التفاعل يعتمد على كيفية قطع هذه الحواف[6]. تم لف القشرة أثناء المحاكاة بزاوية 30 درجة بالنسبة إلى الركيزة؛ لكي لا تصطف حواف شبكة القشرة مع شبكة الركيزة السفلية، وهو ما قلَّل من مخاطر التصاق القشرة بالركيزة بروابط تساهمية قوية بين حوافهما.

وبمجرد استقرار القشرة في مكانها، لم يُدْخِل الباحثون أي تغيير عليها، وإنما قاموا بنمذجة تدرج في الصلابة على سطح الركيزة، يتراوح ما بين 0.801 إلى 4.005 نيوتن للمتر في اتجاه واحد. وعندما بدأت محاكاة ديناميات الجزيئات، تحركت القشرة النانوية تلقائيًّا من موضع استقرارها على الجانب اللين من الركيزة، متجهةً نحو الجانب الصلب (الشكل1). وما إنْ وصلت القشرة إلى نهاية الركيزة، حتى

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | الحركة الموجهة بالصلابة. أظهرت المحاكاة الحاسوبية لتشانج وزملاءه[1] أنه عندما توضع قشرة جرافين نانوية صغيرة (سوداء) على ركيزة جرافين متدرجة الصلابة، فإنها تتسارع تلقائيا بعيدا عن المناطق اللينة (الحمراء)، متجهة نحو المناطق الأكثر صلابة (الزرقاء) بدون قوى دفع خارجية. وقد أعزى الباحثون هذا السلوك لعلاقة عكسية بين صلابة الركيزة وبين تفاعلها مع القشرة (طاقة وضع فان دير فال)، مما يرجح إمكانية التحكم في سرعة الحركة (الشكل مقتبس من المرجع 1).

تراجعت بسبب قوى التقلص التي جذبتها إلى الوراء. وقد تمت ملاحظة قوى مماثلة تسحب قضبانًا منبثقة من أنابيب نانوية متعددة الجدران إلى داخل الأنابيب[7].

كما وفّرت المحاكاة الحاسوبية ميزة أخرى؛ حيث تتيح تسجيل صور متحركة لعمليات النمذجة. في هذه الدراسة، تم عرض الحركة العامة بشكل مبهر من خلال مقطع صور متحركة تكميلي نشر مع البحث. يظهر في هذا المقطع قشرة الجرافين وهي تتسارع حين تقترب من الجانب الصلب من الركيزه وتبطئ عندما تتراجع نحو الجانب اللين، مما يدلّ بوضوح أفضلية الجانب الصلب بالنسبة إلى طاقة التفاعل. لوحظ هذا النوع من الحركة الموجهة بالصلابة (durotaxis) للمرة الأولى في الخلايا الحية[8]. وبالرغم من أن الآلية البيولوجية لهذه الحركة ما زالت لغزًا، إلا أنها تشابه الحركة النانوية التي لاحظها تشانج وزملاؤه في نظامهم للمحاكاة. في كلتا الحالتين، تؤثر تفاعلات فان دير فال الضعيفة، إلا أنها أكثر تاثيرًا في حالة القشرة الجرافينية.

ولإثبات هذا الأمر.. قام الباحثون بتكرار تجاربهم الافتراضية بشكل منهجي تحت ظروف محاكاة متفاوتة، غَيّروا فيها درجات الحرارة وتكوينات الصلابة وتدريجاتها. وأظهرت النتائج ـ بشكل لا لبس فيه ـ أن قوة وتأثير تفاعلات فان دير فال (التفاعل بين القشرة والركيزة) تتناسب عكسيًّا مع درجة الصلابة.

من المعروف أن طاقات الوضع المنخفضة تكون أكثر استقرارًا من الطاقات العالية، مما يفسر تحرك القشرة نحو النقاط الصلبة على الركيزة، وذلك للوصول إلى حالة ديناميكا حرارية أكثر استقرارًا. وليس من الواضح حاليًّا ما إذا كان ممكنًا إدخال اضطرابات على النظام، يكون من شأنها عكس حركة القشرة إلى الخلف باتجاه المناطق الناعمة.

يمكن أن تكون لنتائج تشانج وزملائه تطبيقات عظيمة في مجال تصنيع الأجهزة النانوية، بسبب أن الحركة المنمذجة تذهب في اتجاه واحد فقط. ومن ناحية أخرى، وبسبب وجود القوى الدافعة للحركة ضمن نطاق نافع، يمكن الوصول إليه تقنيًّا. تقع القوى الدافعة للحركة النانوية في نطاق 320 كيلوبسكال لكل نانو متر مربع تقريبًا، وذلك بالنسبة لقشرة نانوية عرضها 6 نانومترات، على تدرج صلابة من 0.801 حتى 2.403- نيوتن لكل متر. ولا تختلف مقادير هذه القوى كثيرًا عن تلك الموجودة في الأنظمة البيولوجية، مثل قوة الجر في وحدة المساحة التي تبذلها الخلية الحية على سطح ركيزة[8,9]، والقوى الدافعة الناشئة عن جزيء بروتين يعمل كمحرك بيولوجي[10].

هذا.. إلا أن التحدي الحالي هو كيفية تصنيع ركائز جرافين تحتوي على أنماط مقصودة من المناطق الصلبة واللينة، على نحو تتوافق فيه المحاكاة مع الواقع، وهذا ليس بالأمر اليسير. وقد يكون ممكنًا تطبيق الأمر نفسه على مواد نانوية أخرى، إلا أنه من غير المعروف ما إذا كانت محاكاة آليّات الحركة الموجهة بالصلابة في نطاق النانو سوف تنجح مع مواد أخرى بخلاف الجرافين. ومع هذا.. فالجهد المبذول له مبرراته، حيث إن التقسيم المخطط للركائز قد يمكِّن من تحقيق مسارات حركة أكثر تعقيدًا، مما يفتح الباب لفرص جديدة لعلوم وتقنيات النانو. ■

أماندا برنارد تعمل في المعمل الافتراضي لعلوم النانو، التابع لمنظمة البحوث الصناعية والعلمية، باركفيل، فيكتوريا 3052، أستراليا.
البريد الإلكتروني: amanda.barnard@csiro.au

1. Chang, T., Zhang, H., Guo, Z., Guo, X. & Gao, H. *Phys. Rev. Lett.* **114,** 015504 (2015).
2. Dundas, D., McEniry, E. J. & Todorov, T. N. *Nature Nanotechnol.* **4,** 99–102 (2009).
3. Shklyaev, O. E., Mockensturm, E. & Crespi, V. H. *Phys. Rev. Lett.* **110,** 156803 (2013).
4. Barreiro, A. *et al. Science* **320,** 775–778 (2008).
5. van den Heuvel, M. G. L. & Dekker, C. *Science* **317,** 333–336 (2007).
6. Geim, A. K. & Grigorieva, I. V. *Nature* **499,** 419–425 (2013).
7. Zheng, Q. & Jiang, Q. *Phys. Rev. Lett.* **88,** 045503 (2002).
8. Lo, C.-M., Wang, H.-B., Dembo, M. & Wang, Y.-L. *Biophys. J.* **79,** 144–152 (2000).
9. Kim, J. H. *et al. Nature Mater.* **12,** 856–863 (2013).
10. Son, K., Guasto, J. S. & Stocker, R. *Nature Phys.* **9,** 494–498 (2013).

ذكاء اصطناعي

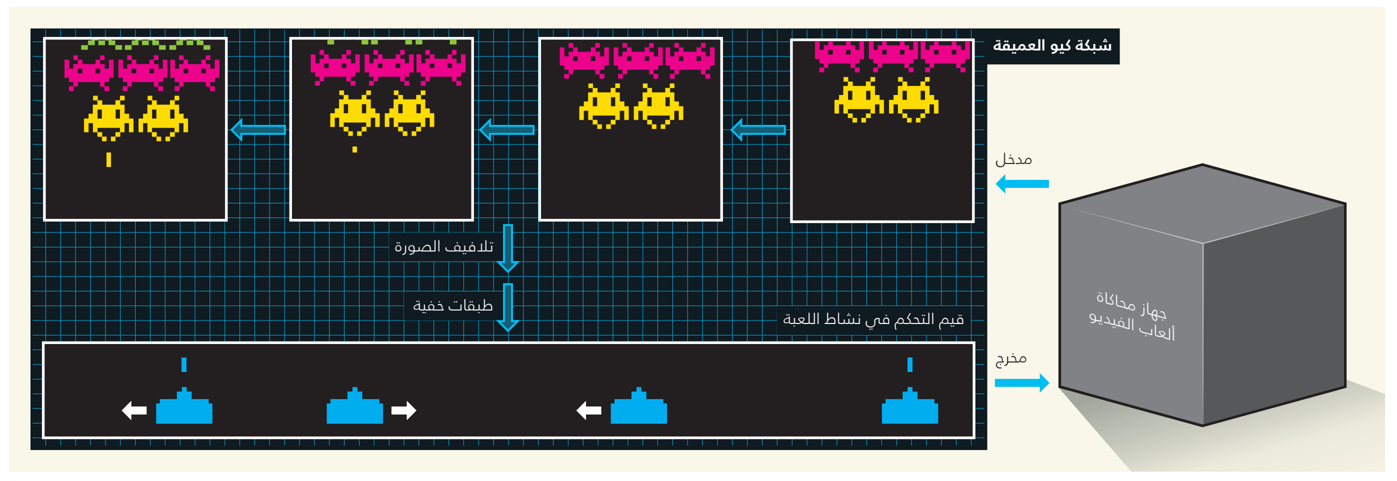
تعلُّم الرؤية والتصرُّف

يستخدم نظام ذكاء اصطناعي التعلُّم الآلي مع مجموعات تدريبية ضخمة من أجل تعليم نفسه كيفية لعب 49 لُعبة كلاسيكية من ألعاب الكومبيوتر، مُظهرًا قُدرته على التكيُّف مع مجموعة متنوعة من المهام.

برنارد شولكوبف

أدَّت التحسينات في قدرتنا على معالجة كميات كبيرة من البيانات إلى إحراز تقدم في مجالات عديدة من العلوم، ليس أقلها الذكاء الاصطناعي. ومع تقدُّم التعلُّم الآلي، حدث تطوير لآلات يمكنها تعلُّم سلوك ذكي بصورة مُباشرة من البيانات، بدلاً من أن تتم برمجتها صراحةً على إظهار مثل هذا السلوك. على سبيل المثال.. أدَّى ظهور 'البيانات الضخمة' إلى بناء أنظمة يمكنها التعرف على الأشياء، أو الأصوات بدقة كبيرة. وصف مِنِيه ـ لاعب مبرمج يستخدم مجموعات كبيرة من البيانات لتعليم نفسه ـ وزملاؤه[1] كيفية لعب 49 لعبة من ألعاب كمبيوتر "أتاري 2600"، وذلك عن طريق النظر في البكسلات، وتعلُّم الإجراءات التي تزيد نقاطه في اللعبة. وقد نجح في التفوق على لاعبين محترفين في كثير من الأحيان. وهذا مثال رائع لمدى التقدم الذي تم تحقيقه في الذكاء الاصطناعي.

في التعلُّم الآلي، يتم تدريب الأنظمة على استدلال الأنماط من البيانات الرصدية. وأحد أنواع الأنماط البسيطة، الذي يربط ما بين المدخلات والمخرجات، يُمكن تعلّمه من خلال عملية تسمى "التعلُّم المُراقَب". يُعطَى نظام التعلُّم المُراقَب بيانات تدريبية تتألف من أمثلة لمدخلات ومخرجات مناظرة لها، ويقوم هو بالتوصُّل إلى نموذج يشرح تلك البيانات (عملية تسمى تقريب الدالة)، عن طريق الاختيار من فئة نمذجة يتم تحديدها بواسطة مصمم للنظام. تصميم هذه الفئة هو فن؛ حيث إن حجمها وتعقيدها يجب أن يعكس مقدار البيانات التدريبية المتاحة، وينبغي أن يعكس محتواها 'المعرفة المسبقة' التي يعتبرها مصمِّم النظام مفيدة للمشكلة التي يعمل عليها. وإذا تم كل هذا بصورة جيدة؛ لن ينطبق النموذج المُستدَل على مجموعة التدريب فقط، بل على البيانات الأخرى التي تخضع للنمط البنيوي نفسه أيضًا. النمو السريع لمجموعات البيانات يعني أن التعلُّم الآلي يمكنه الآن استخدام فئات نمذجة مُعقّدة، والتعامل مع



الشكل 1 | لاعب الكمبيوتر. قام مِنِيه وزملاؤه[1] بتصميم نظام ذكاء اصطناعي باستخدام "شبكة كيو عميقة"، يُمكنه تعلُّم كيفية لعب 49 لُعبة فيديو. تقوم الشبكة بتحليل سلسلة من أربع شاشات للعبة في الوقت نفسه، ثُم تقرِّب ـ لكُل إجراء يُمكنها القيام به ـ التبعات على النقاط المُستقبلية للُعبة، إذا ما تم القيام بإجراء مُعين، متبوع بأفضل مسار مُحتمل للإجراءات اللاحقة. الطبقات الأولى من الشبكة تقوم بتحليل البكسلات الخاصة بشاشة اللعبة، وتستخلص المعلومات من سمات بصرية أكثر تخصصًا (تلافيف الصورة). تتبع ذلك طبقات خفيّة متصلة بالكامل، تقوم بالتنبؤ بقيمة الإجراءات من هذه السمات. والطبقة الأخيرة هي المخرجات (الإجراء الذي يتم اتخاذه بواسطة الشبكة). تعتمد المُخرجات الممكنة على اللُعبة التي يلعبها النظام؛ كل شيء آخر هو نفسه في كل من الألعاب الـ49.

مشكلات استدلال غير بسيطة. عادة ما تتسم مثل هذه المشكلات بعدة عوامل: البيانات متعددة الأبعاد؛ النمط البنيوي معقّد (على سبيل المثال، قد يكون غير خطي أو قابل للتغير)؛ وأنّ المصمم يمتلك قدرًا ضئيلًا من المعرفة المسبقة عن المُشكلة، وتحديدًا.. الافتقار إلى فهم ميكانيكيتها.

يقوم الدماغ البشري بصورة متكررة بحل مشاكل استدلال غير بسيطة بينما نمضي في حياتنا اليومية، حيث يقوم بتفسير بيانات حسيّة عالية الأبعاد من أجل تحديد أفضل طريقة للتحكم في جميع عضلات الجسم. من الواضح أن التعلُّم المُراقَب البسيط ليس كُل القصة، نظراً لأننا غالبًا ما نتعلم بدون 'مشرف' يخبرنا بمخرجات دالة إدخال-إخراج افتراضية. هنا، 'التعزيز' يلعب دورًا مركزيًّا في تعلُّم السلوكيات من صور الإشراف الأضعف. اعتمد التعلُّم الآلي هذه الفكرة لتطوير خوارزميات "التعلُّم المُعزّز"، ,وفيها يأخذ الإشراف شكل إشارة مكافأة رقمية[2]، والهدف هو أن يتعلم النظام سياسة تحدد الإجراء الذي سيتخذه لتعظيم مكافأته المستقبلية المتراكمة بالاعتماد على حالته الراهنة.

استخدم مِنيَه وزملاؤه شكلاً من أشكال التعلُّم المُعزّز يُعرف باسم "التعلم كيو" Q-learning[3] وذلك لتعليم أنظمة كيفية لعب مجموعة من 49 لعبة من ألعاب الفيديو القديمة، وتعلُّم كيفية زيادة نقاط اللعبة كمكافأة رقمية. في هذا النظام تُمثّل $Q^*(s,a)$ المُكافأة المُستقبلية المُتراكمة، Q^*، إذا قام النظام في الحالة s بالإجراء a أولًا ثم اتّبع بعد ذلك سياسة مُثلى. يحاول النظام تقريب Q^* باستخدام شبكات عصبية اصطناعية — وهي مُقرِّبات دوال مستوحاة بصورة مُهلهلة من الشبكات العصبية البيولوجية – وتُسمى بـ"شبكة كيو العميقة" deep Q-network، أو اختصارًا DQN. تتم مُعالجة مُدخلات هذه الشبكة - البكسلات من أربعة شاشات متتالية للُعبة- بواسطة مجموعة مُتصلة من طبقات الحوسبة 'الخفية'، والتي تستخلص المزيد والمزيد من السمات البصرية للمُساعدة في تقريب العلاقة المُعقّدة غير الخطية بين المدخلات وقيم الإجراءات المُمكنة — على سبيل المثال، قيمة التحرك في كل اتجاه مُمكن عند لعب "غزاة الفضاء" *Space Invaders* (الشكل 1).

يقوم النظام باختيار الإجراءات استناداً إلى تقديرات Q^* الحالية، وبالتالي يستغل معرفته لهيكلية المكافأة في اللعبة، ثُم يخلط أفضل إجراء مُتوقع مع إجراءات عشوائية لاستكشاف منطقة مجهولة. تستجيب اللُعبة بعد ذلك بعرض الشاشة التالية، وإرسال إشارة مكافأة تساوي مقدار التغير في نقاط اللعبة. تستخدم الشبكة المُدخلات والمكافآت بصورة دورية لتحديث مُعلّمات "شبكة كيو العميقة"، في محاولة للاقتراب من Q^*. الكثير من التفكير ذهب في تحديد كيف يُمكن بالضبط القيام بهذا الأمر، بفرض أن الوكيل يقوم بتجميع بيانات التدريب الخاصة به بمرور الوقت. على هذا النحو، فإن البيانات ليست مستقلة من وجهة نظر إحصائية، مما يعني أن معظم النظرية الإحصائية لا تطبق هنا. يقوم المؤلفون بتخزين التجارب الماضية في ذاكرة النظام، وبعد ذلك يقومون بإعادة تدريبه عليها. إنها عملية يشبهونها بالعمليات الدماغية التي تحدث أثناء النوم في منطقة الحصين. كما يخبرون أيضًا بأن النظام يستفيد من عملية الخلط العشوائي لهذه الخبرات.

هناك عدة جوانب مثيرة للاهتمام في بحث مِنِيه وزملائه. أولًا، أن أداء النظام في اللعبة مقارب لأداء العناصر البشرية. ثانيًا، تُظهر هذه المُقارَبة درجة تكيُّف مبهِرة. وعلى الرغم من أن كل نظام قد تم تدريبه باستخدام بيانات لُعبة واحدة، فإن المعارف المُسبقة التي تم تصميمها في النظام هي واحدة لكُل الألعاب الـ49؛ النظم اختلفت فقط في البيانات التي تدربت عليها. وأخيرًا، الطرق الرئيسة المستخدمة معروفة منذ عدة عقود، مما يجعل من الهندسة الفذة لمِنِيه وزملائه أمرًا يستحق المزيد من الثناء.

ما هو الشيء المسؤول عن الأداء المُبهِر لنظام مِنِيه وزملائه، الذي ذُكر أيضًا عن شبكة كيو عميقة[4] أخرى؟ قد يكون الأمر مُرتبطًا إلى حد كبير بالتقريب الدّالي المحسَّن باستخدام شبكات عميقة. على الرغم من أن حجم شاشات اللعبة التي ينتجها المحاكي يتم تقليصها بواسطة النظام إلى 84 × 84 بكسلًا، إلا أن أبعاد هذه المسألة أعلى بكثير من معظم تطبيقات التعلم المُعزّز السابقة. كما أن تقدير Q^* غير خطي، مما يستدعي فئة غنية من الدوال غير الخطية لتُستخدم كمُقرّبات. يُمكن إجراء هذا النوع من التقريب بدقة فقط في حال استخدام مجموعات هائلة من البيانات (التي يمكن لمحاكي اللعبة إنتاجها)، دالة تعلُّم شديدة التطور، وقُدرة حاسوبية كبيرة.

ومع ذلك.. تظل هناك مسائل أساسية مفتوحة. هل يمكننا رياضيًّا فهم التعلُّم المُعزَّز من بيانات مُعتمدة على بعضها البعض، وتطوير خوارزميات يمكن البرهنة على أنها تعمل؟ هل يكفي تعلُّم الارتباطات الإحصائية، أم أن علينا أخذ البِنْيَة السببية الأساسية في الاعتبار، التي تصف ـ على سبيل المثال ـ أي البكسلات تؤثّر سببيًّا على الأخريات؟ قد يُساعد هذا على العثور على الأجزاء ذات الصلة من "فضاء الحالة"، (على سبيل المثال.. تحديد أيّ مِن مجموعات البكسلات يُكوِّن كيانًا ذا صلة، مثل "كائن فضائي" في لعبة "غزاة الفضاء")؛ في تجنب السلوك 'الخرافي'، الذي قد تُفَسَّر فيه الارتباطات الإحصائية بصورة خاطئة على أنها علاقات سببية؛ وفي جعل الأنظمة أكثر صلابة فيما يتعلق بتحولات مجموعة البيانات، مثل التغيرات في السلوكيات، أو في المظهر المرئي لشخصيات اللعبة[3,5,6]. وكيف ينبغي لنا التعامل مع التعلُّم الكامن– حقيقة أن النظم الحيوية تتعلم أيضًا حتى في حالة عدم وجود مكافآت؟ هل يساعدنا هذا في التعامل مع الحالات التي تكون فيها الأبعاد أكبر، وتكون الكميات الرئيسة مخفية في بحر من المعلومات غير ذات الصلة؟

في الأيام الأولى للذكاء الاصطناعي، كان التغلُّب على لاعب شطرنج مُحترف يُعَدّ من قبل البعض المعيار الذهبي. لقد تحقق هذا الآن بالفعل، وتغيَّر الهدف، بعد أن أدركنا أن هناك مشكلات أخرى أصعب بكثير بالنسبة للكمبيوتر، وخاصة تلك التي تتضمن أبعادًا عالية ومُدخلات مُشوشة. هذه هي مُشكلات العالم الحقيقي، التي تَبْرَع فيها الأنظمة الحيوية ذات نمط "استشعار-إجراء"، والتي يتفوق فيها التعلُّم الآلي على الأساليب الهندسة التقليدية. ربما قد اختار مِنِيه وزملاؤه الأدوات المناسبة لهذه المهمة، وربما قد تكون مجموعة من ألعاب الفيديو نموذجًا أفضل للعالم الحقيقي من الشطرنج، على الأقل بقدر ما يهم علم الذكاء الاصطناعي. ■

برنارد شولكوبف يعمل في "معهد ماكس بلانك للأنظمة الذكية"، 72076 توبنجن، ألمانيا.

البريد الإلكتروني: bs@tuebingen.mpg.de

1. Mnih, V. *et al. Nature* **518,** 529–533 (2015).
2. Sutton R. S. & Barto A. G. *Reinforcement Learning: An Introduction* (MIT Press, 1998).
3. Watkins, C. J. C. H. *Learning from Delayed Rewards*. PhD thesis, Univ. Cambridge (1989).
4. Guo, X., Singh, S., Lee, H., Lewis, R. L. & Wang, X. *Adv. Neural Inf. Process. Syst.* 27 (2014).
5. Bareinboim, E. & Pearl, J. in *Proc. 25th AAAI Conf. on Artificial Intelligence* 100–108 (2011).
6. Schölkopf, B. *et al.* in *Proc. 29th Int. Conf. on Machine Learning* 1255–1262 (Omnipress, 2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 12 فبراير 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 12 فبراير من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

فيزياء

الموصِّلات الفائقة مرتفعة الحرارة الحرجة

تم معرفة الكثير حول طبيعة طور التوصيل الفائق والأشكال الجديدة للمسائل الكمية المعنية، وذلك منذ اكتشاف مادة الكوبريد Cuprate فائقة التوصيل عند درجات الحرارة المرتفعة منذ ما يقرب من ثلاثين عامًا. يركز هذا الاستعراض على القضايا ذات الصلة التي لم يتم حلها، ولا سيما تَعَقُّد وعدم حساسية تفاصيل المادة الخاصة بالطور "الاعتيادي" عند درجات الحرارة المتصاعدة.

From quantum matter to high-temperature superconductivity in copper oxides

B Keimer *et al*

doi:10.1038/nature14165

وراثة

الارتباطات الوراثية بالبدانة

في الدراسة الثانية من الدراستين اللتين نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* من اتحاد "جاينت" GIANT، أجرت إلزابيث سبيليوتيس وزملاؤها دراسة للروابط على نطاق الجينوم وتحليلات متعددة، متناولة الرقاقة الأيضية Metabochip كمؤشر لكتلة الجسم (BMI)، تُستخدم عادةً لتعريف البدانة، وتقييم نسبة الدهون. وقد عثروا على 97 موضعًا مرتبطًا بمؤشر كتلة الجسم، 56 موضعًا من المواضع كانت جديدة. تكون لعديد من هذه المواضع آثار كبيرة على الأنماط الظاهرية الأيضية الأخرى. ويشكل الـ97 موضعًا حوالي 2.7% من تبايُن مؤشر كتلة الجسم. وتشير التقديرات على نطاق الجينوم إلى تباين مشترك يشكِّل أكثر من 20% من تباين مؤشر كتلة الجسم. يتضمن تحليل المسار دور الجهاز العصبي المركزي في قابلية حدوث السمنة، بما في ذلك وظيفة المتشابك العصبي، وتأشير الجلوتامات، وإفراز وعمل الإنسولين، وأيض الطاقة، وبيولوجيا الدهون، وتَكَوُّن الشحم.

Genetic studies of body mass index yield new insights for obesity biology

A Locke *et al*

doi:10.1038/nature14177

بيولوجيا جزيئية

موت الخلايا منخرط في طيّ الأنسجة

خلال تطور الحيوان، تُطوَى الأنسجة الطلائية داخل بِنَى ثلاثية الأبعاد، عالية التنظيم، في عملية تشمل إعادة تنظيم الهيكل الخلوي والوصلات الخلوية، لكنْ ما هي الإشارات التي تُطلِق وتنسق إعادة تشكيل الخلية المطلوب للطيّ السليم؟ أوردت سوزان مَجّالي وزملاؤها ـ في وقت سابق ـ أن نمطًا من موت الخلايا المبرمج مطلوب لتكوين مشترك في الساق النامية من ذبابات الفاكهة البالغة. وباستخدام النظام النموذجي نفسه، يُظْهِر الباحثون الآن أن داخل خلايا الموت المبرمَج هذه قوة سَحْب عابرة، من خلال 'كابل' الميوسين الثاني القاعدي-القمي عالي الديناميكية، تعمل كإشارة ميكانيكية لزيادة التوتر النسيجي. وجنبًا إلى جنب مع استقرار الميوسين الثاني القشري في الأنسجة المحيطة به، فهذا يرشِد إعادة تنظيم الخلايا المجاورة، وكذلك طيّ النسيج الطلائي. ويُعَدّ الدور النشط لخلايا الموت المبرمج في التنمية أمرًا مثيرًا للاهتمام.

Apico-basal forces exerted by apoptotic cells drive epithelium folding

B Monier *et al*

doi:10.1038/nature14152

أحياء

الصفات الأيضية ترتبط بتوزيع الدهون

تذكر الدراسة الأولى من الدراستين اللتين نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* من اتحاد "جيانت" GIANT، رابطا تحليلات متعددة على نطاق الجينوم للصفات المرتبطة بمحيط الورك والخصر في أكثر من 200 ألف فرد تم استخدامهم لتحديد 49 موضعًا مرتبطًا بنسبة الخصر إلى الورك المعدلة لمؤشر كتلة الجسم، 33 منها جديدة، و19 موضعًا إضافيًّا مرتبطة بقياسات محيط الورك والخصر ذات الصلة. تُظْهِر مجموعة فرعية من هذه المواضع وجودها بالجنسين، مع إظهار العديد لتأثير أقوى لدى النساء. يتضح من التحليلات أن تكوُّن الشحم، وتكوُّن الأوعية الدموية، والتنظيم النَّسْخِي، ومقاومة الإنسولين هي عمليات تؤثر على توزيع الدهون، وتوفر تبصرًا بالآليات الفسيولوجية المرضية المحتملة، وتوفر الأهداف المحتملة للتدخلات في المخاطر المرتبطة بتراكم الدهون في منطقة البطن.

New genetic loci link adipose and insulin biology to body fat distribution

D Shungin *et al*

doi:10.1038/nature14132

علْم الأعصاب الإكلينيكي

الحماية ببروتينات صدمة حرارية باردة

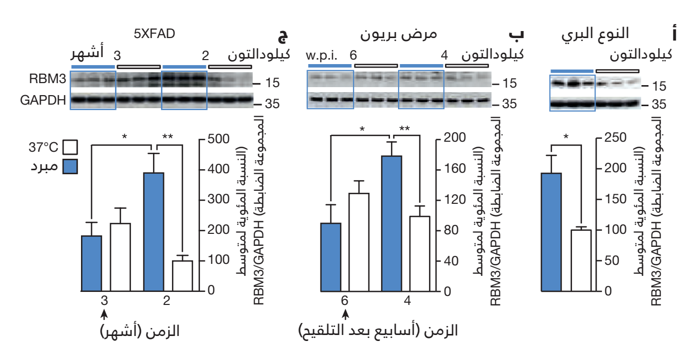
يتم فقدان الاتصالات العصبية المشبكية في الثدييات التي تمر بمرحلة السُّبات الشتوي، ولكن يُعاد تشكُّلها عند ارتفاع درجات الحرارة. ومركَّب RBM3 هو بروتين مقيَّد بالحمض النووي الريبي، ينتج في الدماغ استجابة لدرجات الحرارة المنخفضة، لكن وظيفته في اللدونة المشبكية ليست معروفة. أظهرت جيوفانا مالوتشي وزملاؤها أن ضعف التجديد المشبكي في نماذج مرض التنكس العصبي في الفأر يرتبط بنقص حث بروتين RMB3. ويمكن أن يؤدى فرط تعبير RBM3 إلى استعادة تشكيل اتصالات المتشابك، في حين أن خسارته لوظيفته تُطلِق المزيد من العيوب في التجدد. وتشير هذه النتائج إلى بروتينات الصدمة الحرارية المنخفضة، كعناصر لعمليات إصلاح ذاتية، وكأهداف علاجية ممكنة للحماية العصبية في الأمراض العصبية التنكسية.

RBM3 mediates structural plasticity and protective effects of cooling in neurodegeneration

D Peretti *et al*

doi:10.1038/nature14142

الشكل أسفله | فشل حث بروتين RBM3 يوازي فقد القدرة على تعافي المتشابك في نماذج الأمراض العصبية التنكسية.
أ، يستحث التبريد زيادة مستويات بروتين RBM3 في حصين (قرن أمون) الأنواع البرية من الفئران. **ب**، **ج**، فشل الاستجابة عند 6 أسابيع بعد التلقيح (w.p.i.) في الفئران المصابة بالبريون (**ب**) وعند 3 أشهر في فئران 5XFAD (**ج**) (السهام). وتظهر بقع صبغة ويسترن التمثيلية. وتشير الرسوم البيانية للقياس الكمي لمستويات بروتين RBM3 بالنسبة إلى جليسيرألدهايد نازعة هيدروجين 3-فوسفاد GAPDH (n = 6-11) فأرا لكل نقطة زمنية؛ وجميع التجارب من ثلاثة مكررات P < 0.05 ، P <0.01، اختبار U مان-ويتني في **أ**، و **ج**، واختبار T في **ب**. وتشير جميع البيانات إلى المتوسط ± الخطأ المعياري للمتوسط.



علوم الأرض

تخزين المياه المنصهرة بجرينلاند

يشير اكتشاف حوض انهيار، يبلغ عمقه 70 مترًا بالقرب من أكبر غطاء جليدي طرفي بأقصى شمال جرينلاند، واستخدام تصوير القمر الصناعي المجسم عالي الدقة لرصد تطوره إلى إمكانية حصر المياه الذائبة السطحية، وتخزينها من أسفل صفيحة جرينلاند الجليدية. افتُرِض سابقًا أن المياه المنصهرة من سطح الصفيحة الجليدية تُستنزَف بكفاءة عبر المنظومة الهيدرولوجية القاعدية. هذا.. وتحدث مكاسب في الارتفاعات أثناء فترة الذوبان الصيفي، تتسم بالسرعة والاستمرارية، وذلك على السطح الجليدي فوق البحيرة تحت الجليدية، حيث يعاد ملء البحيرة بالمياه الذائبة السطحية، ويتم تخزينها على نطاقات سنوية على أقل تقدير. لتلك النتائج آثار محتملة، تسهِم في فهْمنا لدرجة حرارة الصفيحة الجليدية، وسرعتها.

Recharge of a subglacial lake by surface meltwater in northeast Greenland

M Willis *et al*

doi:10.1038/nature14116

بيولوجيا الأنظمة

دور DDX21 في النشوء الحيوي

يعيد هيليكيز الحمض النووي الريبي تشكيل البِنْيَة الثانوية للحمض النووي الريبي ومركبات البروتين النووي الريبي (RNP) خلال الخطوات المختلفة من عملية أيض الحمض النووي الريبي. وقد وجدت جوانا وايسوكا وزملاؤها أن هيليكيز الحمض النووي الريبي DEAD-box المسمَّى DDX21 منخرط في نَسْخ ومعالجة الحمض النووي الريبي للجينات الريبوسومية في الخلايا البشرية. يَستشعِر DDX21 الحالة النسخية لبوليميريز الحمض النووي الريبي الأول والثاني، ويرتبط بالأحماض النووية الريبية غير المرمَّزة، المنخرطة في تشكيل مركبات البروتين النووي الريبي. وهذه التفاعلات الواسعة في مختلف المكونات النووية محددة للنشوء الحيوي الريبي، وربما تسمح بالتنظيم المنسَّق لتخليق البروتين.

RNA helicase DDX21 coordinates transcription and ribosomal RNA processing

E Calo *et al*

doi:10.1038/nature13923

الشكل أعلاه | موضع الأنوية PS2498-1 وODP1238. تراكيب مواضع الموقع على خريطة للمتوسط السنوي Δp_{CO_2}.

علوم الأرض

فَقْد ثاني أكسيد الكربون المحيطي أثناء الذوبان الجليدي الأخير

يُعتقَد أن تهوية خزان الكربون المحيطي العميق بالمحيط الجنوبي تلعب دورًا مهمًّا في ارتفاع ثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي الذائب، لكن لم تكن هناك أي وثائق مباشرة لتغيرات محتوى الكربون المحيطي السطحي أثناء الذوبان الجليدي. يُعَدّ نظير البورون ـ بيانات درجة الحموضة غير المباشرة ـ متتبعًا أكثر مباشرةً لإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون المحيطي، الذي يبين الآن أن المياه السطحية المستمَدّة جزئيًّا من المياه العميقة النابعة بالمحيط الجنوبي أصبحت مصدرًا مهمًّا للكربون بالنسبة إلى الغلاف الجوي أثناء الذوبان الجليدي الأخير.

Boron isotope evidence for oceanic carbon dioxide leakage during the last deglaciation

M Martínez-Botí *et al*

doi:10.1038/nature14155

علْم الآثار

غذاء "رجل جاوا"، وأدواته، وفنُّه

صَنَعَ الإنسانُ منتصب القامة *Homo erectus* أدوات من الأصداف، وقام بتزيين بعضها بما يشبه شقوق متعمَّدة. اكتُشفت تلك الحفريات الخاصة بأسلاف الإنسان، التي أصبحت تُعرَف بالإنسان منتصب القامة بترينيل بوسط جاوا، وذلك بواسطة يوجين دوبوا في عام 1891. بحثت جوزيفين جوردينز وزملاؤها خلال مجموعات "دوبوا" التاريخية، التي تُوجد الآن بلايدن في هولندا، حيث قاموا بالتركيز على أصداف المياه العذبة. واكتشفوا أدلّة على استهلاك السَّمَك الصدفي، حيث تبيِّن أداة صدفية وأصداف أخرى إشارات على التعديل المتعمَّد. يبين تحديد العمر على الرواسب المصاحِبة للأصداف كونها قد استُخدمت منذ زمن سحيق (ما بين 380 ألف و640 ألف عام)، حيث تتقاطع تلك الفترة مع الفترة التي عاش فيها الإنسان المنتصب في جاوا، ويرجع تاريخها إلى ما قبل أقدم النقوش الهندسية الموصوفة سابقًا، بما يزيد على ثلاثة آلاف عام.

***Homo erectus* at Trinil on Java used shells for tool production and engraving**

J Joordens *et al*

doi:10.1038/nature13962

علم الأورام

المقاومة المضادة للسرطان

إن نشوء وتوسُّع المجموعات السكانية الفرعية النسيلية المقاوِمة هو تحدٍّ أساسي يواجه مجال العلاجات المستهدَفة. درس الباحثون تطوُّر الجينوم في سرطان الثدي النقيلي، الذي يحمل طفرة تنشيط في جين *PIK3CA*، بعد المعالجة بمثبط انتقائي BYL719، وهو فوسفاتيديل إينوسيتول-3-- OH كينيز ألفا (*PI3Kα*). تم فَكّ تتابعات أربعة عشر موقعًا نقيليًّا للكشف عن أن جميع الآفات النقيلة ـ إذا ما قورنت بالورم قبل العلاج ـ قد فقدت نسخة من جينات كابح الورم الفوسفاتيز *PTEN*. كانت مقاومة BYL719 مرتبطة بتغيرات جينية إضافية، ومختلفة في جين *PTEN*، مما أدَّى إلى فقدان تعبير جين *PTEN*. واستنادًا إلى هذه الملاحظات والتوصيف الوظيفي الإضافي، خلص الباحثون إلى أن التطور الجيني الموازي لمواقع منفصلة مع مختلف التعديلات الجينومية في جين *PTEN* يؤدي إلى مقاومة النمط الظاهري PTEN-null لتثبيط *PI3Kα*.

Convergent loss of PTEN leads to clinical resistance to a PI(3)Kα inhibitor

D Juric *et al*

doi:10.1038/nature13948

علم الفلك

تحليل "روزيتا" للغبار المُذَنَّبي

تدور المركبة الفضائية "روزيتا" حول المُذَنَّب 67P/ شوريوموف-جيراسيمينكو منذ أغسطس عام 2014، حيث تقوم برصد تطور المُذَنَّب أثناء تقدُّمه نحو الشمس. تَعْرِض هنا ريتا شولتز وزملاؤها النتائج الأولية من جهاز "كوزيما" COSIMA الخاص بالمركبة "روزيتا"، الذي يجمع حبيبات الغبار من المُذَنَّب؛ للتحليل البصري والتركيبي. وقد وصفوا الحبيبات المجمَّعة من القشرة الغبارية التي تكبح تدفق المادة عند سطح المُذَنَّب. هذا الغبار جزء من الوشاح الصخري الذي يتم فقده كلما اقترب المُذَنَّب من الشمس، ليكشف ـ في نهاية المطاف ـ عن طبقة جليدية من تحته. يتحطم عدد من الحبيبات الأكبر (> 50 ميكرومترًا من حيث القطر) عند تجميعها على لوح الهدف، مما يشير إلى كونها تكتلات من جسيمات غباريّة بين كوكبية.

Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko sheds dust coat accumulated over the past four years

R Schulz *et al*

doi:10.1038/nature14159

صورة قريبة للتشكيل النجمي المركَّب

تعرض هذه الورقة العلمية صورًا بالغة العمق لغاز كثيف بالمنطقة بارنارد 5 بنطاق كوكبة بيرسيوس، التي تم الحصول عليها بواسطة مصفوفة جانسكي بالغة الضخامة. وبارنارد 5 هي منظومة رباعية واسعة الفصل، تتألف من نجم بدائي، وثلاثة من الغازات الكثيفة المقيّدة تجاذبًا، التي يُعتقد أنها في طور التكون النجمي. تكشف النتائج الجديدة عالية الدقة عن تعددية تلك المنطقة المكوِّنة للنجم، حيث تشير خواص الزوج الأقرب بالمجموعة إلى كونهما سوف يشكلان زوجًا مترابطًا، بينما تُعتبر المنظومة النجمية الرباعية مقيدة، ولكنها غير مستقرة على النطاقات الزمنية لـ500 ألف عام، وهو ما يكافئ فترة العمر المذكورة للطور النجمي البدائي المُضمَّن.

The formation of a quadruple star system with wide separation

J Pineda *et al*

doi:10.1038/nature14166

الشكل أسفله | صورة عالية الدقة الزاوية لغاز كثيف وأسلاف نجمية. أ، صورة خلفية من الـ JVLA للنطاق بارنارد 5 تبين الغاز الكثيف المقتفى أثره بواسطة (NH3 1,1). حيث تكشف عن اثنين من الخيوط يستضيفان معا ثلاث تكثفات مترابطة تجاذبيا (B5-Cond1, 2, 3). تبين خطوط كونتور الحمراء والدوائر البرتقالية المصمتة حدود التكثفات والمراكز، بينما يشير الشكل النجمي إلى موضع النجم البدائي (B5-IRS1). **ب،** تبين خريطة كونتور الخيوط بالغاز الكثيف. تبين الدوائر الرمادية المسافة التي يمكن تغطيتها أثناء الـ40,000 عام أثناء حركة بسرعة الصوت 0.2 كم/ث. تبين الدوائر الحمراء المصمتة بأسفل اليسار بـ(**أ**) و(**ب**) دقة الفصل الزاوية للترصدات وقد تم عرض شريط المقياس بأسفل اليمين.

كيمياء حيوية

إنزيم Polθ داخل في إصلاح بديل الـDNA

يُستخدم مسار إصلاح الحمض النووي بإنهاء الانضمام غير المتماثل العُرْضَة للخطأ (NHEJ) كبديل عندما يكون المسار معاد الاتحاد المتماثل ـ الخالي من الأخطاء ـ منقوصًا، أو في بعض السياقات الخلوية، كما هو الحال في جهاز المناعة. وبعد أن يتم إقران النهايات المكسورة عبر التماثل الدقيق، يعتمد NHEJ على تخليق الحمض النووي، لكن هويّة البوليميرز المشارِك غير واضحة. وتوضح دراستان ـ من مختبرَي أجنيل سفير، وألان دي أندريا ـ أن جين *POLQ* الثديي هو المسؤول عن ترميز بوليميريز المعرَّض للخطأ Polθ في هذه العملية. وتُظْهِر صفير وزملاؤها أنه عند تجريد التيلومير من الحماية، فهناك حاجة إلى Polθ؛ لمنع الانضمام البديل في التيلوميرات، والترجمات الكروموسومية في التتابعات غير التيلوميرية. يركِّز دي أندريا وزملاؤه على دور Polθ في الخلايا السرطانية، ويبيِّن أنه في ظل خلفية تنقصها إعادة الاتحاد المتماثل، يؤدي غياب Polθ إلى إماتة صناعية، مما يُشار إلى احتمال وجود نهج علاجي ممكن.

Mammalian polymerase θ promotes alternative NHEJ and suppresses recombination

P Mateos-Gomez *et al*

doi:10.1038/nature14157

Homologous-recombination-deficient tumours are dependent on Polθ-mediated repair

R Ceccaldi *et al*

doi:10.1038/nature14184

بيولوجيا الخلية

محاذاة الخلية الشبكية تعكس الإطار البيئي

يتم تحفيز خلايا الشبكة العصبية للقشرة المخية الأنفية الداخلية، من خلال نمط شبكة مكانية مبيَّنة، وعبر سطح بيئة مألوفة، لتمدّ دماغ الحيوان بخريطة للإطار المحيط به. ويُعَدّ دور الحدود البيئية ببناء هذا النمط ليس مفهومًا بطريقة جيدة. أشارت الدراسات المبكرة أن بعض الخواص ـ كالتماثل، والتوجه، والمقياس ـ الخاصة بخلايا الشبكة تحفز أطوارًا مستقلة عن شكل الإطار البيئي. وتُظهر ورقتان علميّتان منفصلتان بدورية *Nature* ـ إحداهما من تأليف إدفارد موزر وزملائه، والأخرى من تأليف جون أوكيفي وزملائه ـ إمكانية التأثير بقوة على توجُّه الشبكة والمقياس والتماثل والتجانس بواسطة هندسة الإطار البيئي، وذلك بواسطة خلايا شبكية تحاذي حدود الإطار عند إزاحة تبلغ بضع درجات، بحيث تختزل التماثل مع الحدود لقيمته الدنيا. وتشير تلك الاكتشافات إلى آليّةٍ يمكن لهندسة الإطار ـ من خلالها ـ أن تسبب دورانًا وتشوهًا في الأنماط الحفّازة سداسية الأوجه لخلايا الشبكة.

Shearing-induced asymmetry in entorhinal grid cells

T Stensola *et al*

doi:10.1038/nature14151

Grid cell symmetry is shaped by environmental geometry

J Krupic *et al*

doi:10.1038/nature14153

غلاف عدد 19 فبراير 2015

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 19 فبراير من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

بيولوجيا الخلية

تشكيل الخلايا العصبية

هناك اهتمام كبير لفَهْم مراحل وتحولات تطور الخلية كخلايا متعددة القدرات تتبع نسب الخلايا العصبية. فقد وصف ألكسندر ميسنر وزملاؤه المشهد النسخي وفوق الجيني لست مراحل متتالية بعملية تمايز الخلايا الجذعية الجنينية البشرية على طول نسب الخلايا العصبية. طبَّق الباحثون إطارًا حسابيًّا فعالًا على البيانات، وحددوا الجهات التنظيمية الرئيسة وآثارها على إعادة التشكيل فوق الجيني خلال هذه المراحل المتتالية من التمايز.

Dissecting neural differentiation regulatory networks through epigenetic footprinting

M Ziller *et al*

doi:10.1038/nature13990

علم الجينوم

الجينوم الفوقي للأمراض البشرية

كان الهدف من اتحاد معاهد الصحة الوطنية الأمريكية لمشروع "خريطة طريق الجينوم الفوقي" هو توليد مجموعة مرجعية من بيانات الجينوم الفوقي للإنسان من الخلايا والأنسجة الابتدائية. توضح هذه الدراسة التحليل التكاملي لـ111 جينومًا فوقيًّا بشريًّا مرجعيًّا، من أجل إظهار أنماط تعديل الهيستون، وسهولة الوصول إلى الحمض النووي، ومثيلة الحمض النووي، وتعبير الحمض النووي الريبي. وتبين النتائج أن المرض والمتغيرات الجينية المرتبطة يتم إثراؤها في العلامات الجينومية الفوقية الخاصة بالأنسجة المتوقعة، مما يكشف عن أنواع الخلايا ذات الصلة البيولوجية لصفات بشرية متنوعة، ويوفر موردًا لتفسير الأساس الجزيئي للأمراض البشرية.

Integrative analysis of 111 reference human epigenomes

A Kundaje *et al*

doi:10.1038/nature14248

تنظيم الكروماتين في الخلايا السرطانية

أظهرت الدراسات الجينومية أن أنواع السرطان المختلفة تتباين إلى حد كبير في الكثافة الموضعية وأنواع الطفرات الجسدية. وقد سبق بيان ذلك، ليس فقط من خلال الاختلافات في تتابعات الحمض النووي، ولكن أيضًا في الميزات الأخرى، بما في ذلك التنظيم فوق الجيني. يقارن شامل سونيايف وزملاؤه كثافات الطفرات بالملامح فوق الجينية المفصلة لأنواع مختلفة من الخلايا والأنسجة. عَرَض الباحثون ملامح الجينوم الفوقي من نوع معين من الخلايا أو الأنسجة التي تنشأ فيها السرطانات كمحددات أقوى بكثير من الملامح الطفرية أكثر من الخصائص الأخرى. وعلى عكس ذلك.. فإن النتائج جعلت استنتاج معلومات عن منشأ أنسجة الورم ـ اعتمادًا على منظرها الطَّفْري ـ ممكنًا.

Cell-of-origin chromatin organization shapes the mutational landscape of cancer

P Polak *et al*

doi:10.1038/nature14221

عِلْم المناعة

التباين الجيني في أمراض المناعة الذاتية

تم تحديد مئات من مواضع الجينات لأمراض المناعة الذاتية مِن قِبَل في دراسات الترابط على مستوى نطاق الجينوم (GWASs)، لكن مواضع الجينات المتورطة تشمل متغيرات متعددة في اختلال توازن الربط، ونادرًا ما تغير تتابعات ترميز البروتين، مما يعقِّد تفسيرها. تتبنَّى هذه الدراسة نهجًا جديدًا لرسم الخرائط بشكل دقيق للمتغيرات الجينية المسبِّبة لـ21 مرضًا من أمراض المناعة الذاتية، بالإضافة إلى تطبيق حلول حسابية جديدة على مواضع الجينات المتعلقة بدراسة الترابط على نطاق الجينوم، ودمج بيانات الأنماط الوراثية مع خرائط الجينوم الفوقي للخلايا المناعية المتخصصة. تتضمن النتيجة مجموعة فرعية محددة من المعزِّزات المنخرطة في تحفيز الخلية التائية كمحددات سببيّة لأمراض المناعة الذاتية.

Genetic and epigenetic fine mapping of causal autoimmune disease variants

K Farh *et al*

doi:10.1038/nature13835

أحياء جزيئية

الإكسنازيمات لديها قدرة تحفيزية

ربما كان تطوير تحفيز الحمض النووي هو مفتاح ظهور الحياة على الأرض، حيث تحتفظ إنزيمات الحمض النووي الريبي بوظائف رئيسة في الأنظمة الحية، ولا سيما في الترجمة وتجهيز الحمض النووي الريبي، وإنزيمات الحمض النووي التي تم تخليقها بواسطة نهج تطوري في المختبر. قام ألكسندر تايلور وزملاؤه بتخليق سلسلة من البوليمرات الحفازة باستخدام أربعة تركيبات كيميائية أساسية (XNAs) مختلفة غير موجودة في الطبيعة. تم استخدام إكسنازيم XNAzyme الأكثر كفاءة، الأحماض النووية المستندة إلى 2´-فلوروارابينو، لتوليد نوكليز داخلي للحمض النووي الريبي المفروق، وهو ليجيز الحمض النووي الريبي، وليجيز XNA-XNA. تؤسِّس هذه النتائج تقنيات لاكتشاف المواد الحفّازة في طائفة واسعة من سقالات البوليمر غير الموجودة في الطبيعة.

Catalysts from synthetic genetic polymers

A Taylor *et al*

doi:10.1038/nature13982

إعادة تنظيم كروماتين الخلية الجذعية

تُعَدّ بِنَى الكروماتين عالية التنظيم من بين العوامل المؤثرة في التعبير الجيني، علمًا بأن الكيفية التي تتطور بها هذه البِنَى أثناء التمايز وتحديد النَّسب في أنظمة الثدييات لا تزال غير واضحة. رَسَم بينج رن وزملاؤه خرائط الاختلافات في تفاعلات الكروماتين على نطاق الجينوم بين الخلايا الجذعية الجنينية البشرية وذُرِّيَّتها المتمايزة. وقاموا بتحديد التحيُّز في التعبير الجيني للأليلات، الذي يرتبط بتفاعلات الكروماتين المنحازة للأليلات بين المعزِّزات القاصِيَة، والمحفِّزات الدانية.

Chromatin architecture reorganization during stem cell differentiation

J Dixon *et al*

doi:10.1038/nature14222

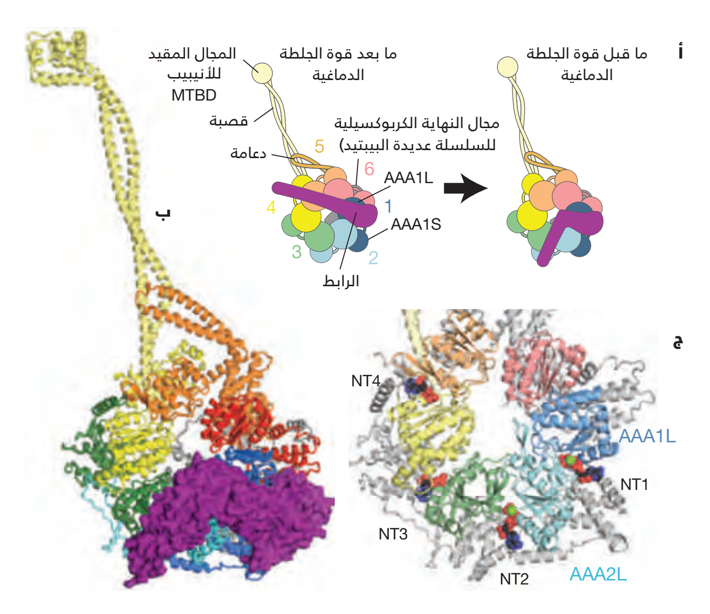
الداينين مستعد للعمل

الداينينات Dyneins هي بروتينات حركية منخرطة في مجموعة واسعة من العمليات الخلوية، بما في ذلك القدرة على الحركة باستخدام الأسواط والنقل الحويصلي. وترتبط الطفرات في داينين-2 مع خلل التنسج الصدري الخانق، واضطراب النمو المعروف باسم خلل الحركة الهدبية الابتدائية. أورد هيلجو شميت وزملاؤه البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية لمحرك داينين-2 السيتوبلازمي البشري المرتبط بالحالة الانتقالية التماثلية للتحلل المائي لأدينوزين ثلاثي الفوسفات. تشير هذه البِنْيَة ـ التقاط المحرك في التشكل (قبل قوة السكتة الدماغية) ـ إلى أن إغلاق مجالات +AAA الستة يقود بروتينًا حركيًّا إلى تشكيل مجهَّز لإنتاج قوة.

Structure of human cytoplasmic dynein-2 primed for its power stroke

H Schmidt *et al*

doi:10.1038/nature14023



الشكل أسفله | البنية البلورية للداينين

أ. ADP.Vi:2، تمثيل تخطيطي لمجال محرك داينين في حالات ما بعد وما قبل قوة الجلطة الدماغية. وسمت العناصر البنيوية ورمزت لونيا. تتكون المجالات +AAA (1-6) من النطاقات الفرعية الكبيرة (AAAL) والصغيرة (AAAS). وتدعم قصبة الملف الملفوف من قبل دعامة الملف وتأوي المجال المقيد للأنيبيب MTBD. يدار نطاق الكربوكسي (النهاية الكربوكسيلية للسلسلة العديدة البيبتيد) تحت حلقة +AAA **ب**، نظرة عامة على داينين2:ADP.Vi في تمثيل رسم كرتوني/سطح. الرابط يحتوي على منحنى 90°. **ج**، النيوكليوتيدات (NT1-NT4)، تمثيلات كروية) مرتبطة أساسا بين +AAA المجالات الكبيرة (المرمزة لونيًّا). يشكل AAA1L وAAA2L موقع تقييد النوكليوتيدات AAA1 المهم.

أحياء تطوريّة

تطور شكل المنقار في عصافير داروين

تُعتبر عصافير داروين، المنتمية إلى أرخبيل جالاباجوس وجزيرة كوكوس المجاورة، هي نموذج دراسات التطور، وبشكل خاص، نشوء الأنواع الجديدة. يكشف فكّ تتابعات الجينوم الشامل لـ120 عصفورًا ـ من بينها جميع عصافير داروين، واثنان من أقربائها المقربين ـ عن تناقضات مهمة في التصنيف القائم على النمط الظاهري، بما في ذلك من أدلة تقول إن عمليات التهجين أدَّت إلى ظهور أنواع من أصول مختلطة. وقد ظهر شكل المنقار تقليديًّا بشكل بارز في المناقشات المتعلقة بتكيُّف عصافير داروين. وتبين الدراسة كيف يرتبط النمط الفردي ـ الذي يشتمل على جين *ALX1*، ويرمز لعامل النسخ، ويؤثر على التطور الوجهي القحفي ـ ارتباطًا قويًّا بتنوع شكل المنقار عبر المجموعة، وكذلك في عصافير داروين الأرضية متوسطة الحجم، وهو النوع الذى مر بتطور سريع في شكل المنقار؛ استجابةً للتغيرات البيئية.

Evolution of Darwin's finches and their beaks revealed by genome sequencing

S Lamichhaney *et al*

doi:10.1038/nature14181

كيمياء حيوية

آلية تنشيط وسيط النسخ

الوسيط هو المركب المنشط والمشارِك الرئيس في عملية النسخ، الذي يتيح بدء النسخ القاعدي، والمنظم ببوليميريز الحمض النووي الريبي الثاني (Pol II). أعاد باتريك كريمر وزملاؤه تشكيل وسيط صميم الخميرة، مكون من 15 وحدة فرعية، ومقيَّد بمركَّب بدء النسخ لبوليميرز الحمض النووي الريبي الثاني، وتحديد بنية مجهرية تبريد العينة عند استبانة دون نانومترية. ظهر أن موقع الوسيط الصميم، غير المؤكد سابقًا، يكون على مركَّب بدء النسخ، الأمر الذي يقترح نماذج لكيفية تسهيل الوسيط؛ للبدء الكامل في تجميع المركَّب، وتنشيط النسخ تفارغيًّا.

Architecture of the RNA polymerase II–Mediator core initiation complex

C Plaschka *et al*

doi:10.1038/nature14229

كيمياء

تصوُّر بالفيمتوثانية لتَكَوُّن الروابط

تُعتبَر عمليات تكوين وكسر الروابط الذَّرِّيَّة أساسية بالتفاعلات الكيميائية. وفي حين أن الديناميات فائقة السرعة لكسر الرابطة قد تمت دراستها بشكل مكثف باستخدام تقنيات تحليل الدقة الزمنية، من العسير للغاية دراسة الديناميات الهيكلية لتكوين الرابطة، نتيجة لطبيعتها الجزيئية الحيوية بطريقة أساسية. استخدم الباحثون في تلك المخطوطة تشتُّت الأشعة السينية؛ محلَّلة الدقة الزمنية بالفيمتوثانية لتصوير تكوين مجمع الذهب المثلوث $[Au(CN)_2^-]_3$. تسبر تجاربهم ديناميّات خطوات التفاعل الفردية، بما في ذلك تكوين الرابطة التساهمية، والانتقال من المتقوس إلى الخطي، والانكماش الرابطي، وتكوين التيترامير مع تحليل دقة زمنية قدرها 500 فيمتوثانية تقريبًا. وقد حددوا أيضًا الهياكل ثلاثية الأبعاد للتفاعلات التي تتوسط تحليل الدقة المكانية تحت الأنجسترومية. يمثل هذا العمل المثال الأول لتتبع عملية تشكيل الرابطة بأثرها بصريًّا وكميًّا على حد سواء بدقة تحليلية زمنية مقدَّرة بالفيمتوثانية.

Direct observation of bond formation in solution with femtosecond X-ray scattering

K Kim *et al*

doi:10.1038/nature14163

الشكل أعلاه | تشتت انحلال الأشعة السينية المحلَّلة زمنيًّا بالفيمتوثانية بمنشأة ليزر الأشعة السينية حر الإلكترون XFEL وتحليل البيانات. أ، التفاعل الكيميائي الضوئي للمواد المذابة التي توفرها منظومة تدفق سائل، المنطلقة بواسطة نبضة ليزر بصرية بالفيمتوثانية. في وقت لاحق، تسبر نبضة أشعة سينية متأخرة زمنيا ومتزامنة مع نبضة الليزر الديناميات الهيكلية للتفاعل. يتم الكشف عن نمط التشتت بواسطة أداة كاشف ازدواج شحني سريع ثنائي الأبعاد (CCD) كما هو مبين أعلاه. نقوم بقياس أنماط التشتت المحللة زمنيًّا، بينما يتم تغيير التأخر الزمني بين الليزر ونبضات الأشعة السينية. **ب**، بإجراء التكامل على نمطي التشتت ثنائي الأبعاد سمتيًّا وطرح إسهامات المذيب، وإجراء تحويل فورييه (FT)، والتعويض عن نضوب المذاب الأوّلي، نتيجة للتفاعل الكيميائي الضوئي، نحصل على دوال التوزيع الشعاعي أحادية الأبعاد RDFs بالفراغ الفعلي، كما هو مبين بالمخطط أعلاه، حيث يعرض المسافات بين الذرية للأنواع والمنتجات الانتقالية. يمكن بتلك الطريقة تحديد أطوال رابطة الفضة – الفضة لمجمع $[Au(CN)_2^-]_3$ بدقة تحت أنجسترومية، ويمكن تحديد التغيرات البنيوية للمجمع المعدني بالزمن الفعلي.

علم الأمراض

إنزيم يكبت استجابات الخلية المناعية T_H17

تمت دراسة الآليات التنظيمية النسخية التي تؤثر على نشاط الخلية التائية المساعدة من النوع السابع عشر (T_H17) والخلايا التائية التنظيمية بشكل متعمق، لكن لم تنل آليات ما بعد الترجمة اهتمامًا مماثلًا. تُظْهِر ساشا روتز وزملاؤها هنا أن إنزيم ديوبيكويتينز (دوبا) DUBA يعمل كمنظم سلبي للإنترلوكين (IL-17A) A17 في خلايا T_H17. يتفاعل إنزيم "دوبا" مع ليجيز اليوبيكويتين UBR5، ويساعد على استقراره، وبدوره يستهدف عامل النسخ RORγt لانحلال البروتيوسوم؛ مما يحدّ من إنتاج IL-17A.

Deubiquitinase DUBA is a post-translational brake on interleukin-17 production in T cells

S Rutz *et al*

doi:10.1038/nature13979

أحياء

مسار أيضي بديل في الخلايا الجذعية

لم يتم استكشاف دور الأيض الخلوي في تنظيم تكاثر الخلايا الجذعية وتمايزها بقَدْر كبير من التفصيل. يُظْهِر كريج طومسون وزملاؤه أن الخلايا الجذعية حديثة العهد للفأر يمكن أن تتكاثر في غياب الجلوتامين الخارجي، وهو من الأحماض الأمينية الضرورية عادةً لنمو خلايا الثدييات، بينما تستهلكه بنَهَم عندما يكون موجودًا. تقوم الخلايا بهَدْم الجلوتامين والجلوكوز؛ للحفاظ على مستويات عالية من نواتج أيض التدفق التحتي؛ للسيطرة على تعديلات الكروماتين ومثيلة الحمض النووي، وذلك لضمان التعبير الكافي من الجينات المرتبطة بتعدد القدرات.

Intracellular α-ketoglutarate maintains the pluripotency of embryonic stem cells

B Carey *et al*

doi:10.1038/nature13981

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علْم الوراثة

تعيين النَّسب من قِبَل عوامل النسخ

تتعاون عوامل النَّسْخ المحددة للنسب ومسارات التأشير مع منظِّمات تعدد القدرات للخروج من حالة الخلايا الجذعية الجنينية، ولتنشيط شبكات النسخ التي تتحكم في مواصفات الخلية. وكجزء من مشروع "خريطة طريق الجينوم الفوقي"، أورد ميسر وزملاؤه بيانات الربط على مستوى الجينوم لـ38 عاملًا من عوامل النسخ، جنبًا إلى جنب مع تحليل بيانات التعبير الجينومي الفوقي والتعبير الجيني، خلال تمايز الخلايا الجذعية الجنينية البشرية إلى طبقات التبرعم الثلاث. وكشفوا عن التغييرات المنسقة في تقييد عامل النسخ خلال التمايز، مثل أدوار رئيسة لـ Gata4 وOtx2 في الانتقال إلى الأديم المتوسط، والأديم الظاهر، على التوالي.

Transcription factor binding dynamics during human ES cell differentiation

A Tsankov *et al*

doi:10.1038/nature14233

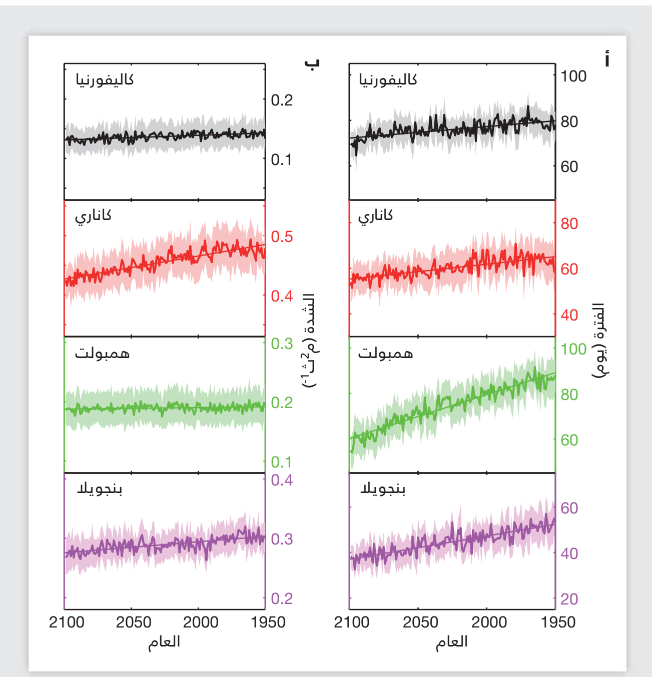
خرائط جينوم فوقي محلولة النمط الفردي

كجزء من مشروع "خريطة طريق الجينوم الفوقي"، استخدم بنج رن وزملاؤه استراتيجية إعادة بناء النمط الفردي الممتدة كروموسوميًّا؛ لرسم خرائط للمعلومات فوق الجينومية محلولة النمط الفردي لمجموعة متنوعة من الأنسجة البشرية. تكشف الخرائط عن تحيُّز أَليلي واسع في حالة الكروماتين والنسخ، الذى يختلف عبر الأنسجة وبين الأفراد. وقد درس الباحثون في العلاقات مقرونة التنظيمية بين الجينات وتتابعاتها المسيطرة، والأنشطة المقتصرة على الأنسجة من العناصر المتكررة.

Integrative analysis of haplotype-resolved epigenomes across human tissues

D Leung *et al*

doi:10.1038/nature14217



علْم المناخ

تأثير التغير المناخي على التدفق الساحلي

يوفر التدفق الساحلي العناصر الغذائية التي تحافظ على النظم البيئية البحرية الصحية على طول التخوم الشرقية لمحيطات العالم. يشير تحليل السجلات التاريخية إلى اشتداد التدفق ببعض التيارات الساحلية، ولكن حتى الآن، ظلت التغيرات المستقبلية بالتدفق غير واضحة. حلَّل دايْوِي وانج وزملاؤه اثنتين وعشرين محاكاة من أرشيف نموذج CMIP5 ـ متسلسلة واسعة من تجارب النموذج المناخي المتناسقة ـ الذي يقترح أنه بحلول نهاية القرن الواحد والعشرين، سيبدأ موسم التدفق الساحلي بالقرب من الحدود الشرقية للمحيطين الأطلسي والهادئ مبكرًا، وتنتهي متأخرة، وستصبح أكثر شدة عند خطوط العرض المرتفعة، وبالتالي تصبح أكثر تجانسًا. وقد تؤثر تلك التغيرات على التوزيع الجغرافي للتنوع الحيوي البحري.

Intensification and spatial homogenization of coastal upwelling under climate change

D Wang *et al*

doi:10.1038/nature14235

الشكل أعلاه | الانحرافات المعيارية المكانية لفترة التدفق والشدة. متوسط النموذج المتعدد (الخطوط السميكة) و95% من فترات الثقة التمهيدية (التظليل) الخاصة بالانحراف المعياري المكاني لفترة التدفق (**أ**) والشدة (**ب**) للفترة 1950-2099 لأنظمة التدفق الحدودية الشرقية الأربعة EBUSs. تشير الخطوط المستقيمة الرقيقة إلى الاتجاهات الخطية بالمتسلسلة الزمنية لمتوسط النموذج المتعدد. تم حساب فترات الثقة التمهيدية من خلال 999 عينة.

علاج لمتلازمة "إنْجِلْمان"

أورد فرانك ريجو وزملاؤه تطوير أول علاج جيني لمتلازمة "إنْجِلْمان"، وهو اضطراب النمو العصبي الحاد الناجم عن تعطُّل وظيفة النسخة الأمومية من الجين *UBE3A*. وتظل النسخة الأبوية من جين *UBE3A* سليمة في هذا الاضطراب، لكن يتم إسكاتها من قِبَل نَص مضاد للانتساخ من الحمض النووي الريبي الطويل غير المرمِّز *UBE3A-ATS*. أظهر الباحثون أنه من خلال اختزال *Ube3a-ATS* بأوليجونكليوتيدات مضادة للانتساخ (ASOs)، يمكن تنشيط النسخة الأبوية من جين *Ube3a* في الخلايا العصبية المستزرعة للفأر، وفي الجسم الحي. كما يمكن تصحيح بعض الأنماط الظاهرية في نموذج الفأر لمتلازمة "إنجلمان"، بما في ذلك السِّمنة، وضعف الذاكرة.

Towards a therapy for Angelman syndrome by targeting a long non-coding RNA

L Meng *et al*

doi:10.1038/nature13975

الأساس المناعي لمرض الزهايمر

أظهرت دراسات الترابط الحديثة على نطاق الجينوم اختلافًا جينيًّا جوهريًّا في المناطق غير المرمزة المرتبطة بمرض الزهايمر (AD)، مما يشير إلى انخراط تنظيم جيني شاذ. مع ذلك.. ظلت الأهمية الوظيفية لهذه المتغيرات غير واضحة. وبواسطة تنميط ديناميّات الحالة النسخية والكروماتينية في نموذج الفأر، تُظْهِر إليزابيتا ججونيسكا وزملاؤها أن جينات الاستجابة المناعية ومناطقها التنظيمية تتم زيادة درجة تنظيمها، بينما يتم خفض درجة تنظيم هؤلاء المنخرطين في لدونة المتشابك والتعلم والذاكرة. هذه التغييرات محفوظة بشكل عال في نموذج الفأر والأمراض البشرية. والمثير للدهشة أن المتغيرات الوراثية المرتبطة بمرض الزهايمر تتزايد بشكل أساسي لدى المعزِّزات ذات الصلة المناعية عالية النشاط، وتنضب لدى المعزِّزات العصبية قليلة النشاط. ويشير هذا إلى أن الاستعداد الوراثي لمرض الزهايمر قد يكون مرتبطًا ـ في المقام الأول ـ بوظائف مناعية، في حين أن اللدونة العصبية قد تتأثر ـ في المقام الأول أيضًا ـ بتأثيرات غير وراثية.

Conserved epigenomic signals in mice and humans reveal immune basis of Alzheimer's disease

E Gjoneska *et al*

doi:10.1038/nature14252

فَلَك

إنتاج الليثيوم بمُسْتَعِر تقليدي

على الرغم من الاعتقاد بكوْن الليثيوم قد ظهر في مرحلة مبكرة في الكون ـ إذ ربما يكون بعض الليثيوم قد أُنتج بواسطة الانفجار العظيم ـ فإنه يُعتقَد أن هناك مصادر أخرى تشمل المستعرات وانفجارات المستعرات العظمى. تكشف هذه الورقة البحثية عن خطوط رنين ذات حيود أزرق مرتفع للبيريليوم-7، وهو

النظير النشط إشعاعيًّا، المؤين فرديًّا للبيريليوم، الذي يتحلل لتشكيل الليثيوم-7 (فترة نصف العمر 53 يومًا)، والمرصود بأطياف الأشعة فوق البنفسجية بمرحلة ما بعد الاندلاع الخاصة بالمستعر الكلاسيكي V339 Del (نوفا ديلفيني 2013). تدعم تلك النتائج التنبؤ النظري بإنتاج كمية كبيرة من الليثيوم-7 بانفجارات المستعر التقليدي.

Explosive lithium production in the classical nova V339 Del (Nova Delphini 2013)
A Tajitsu *et al*
doi:10.1038/nature14161

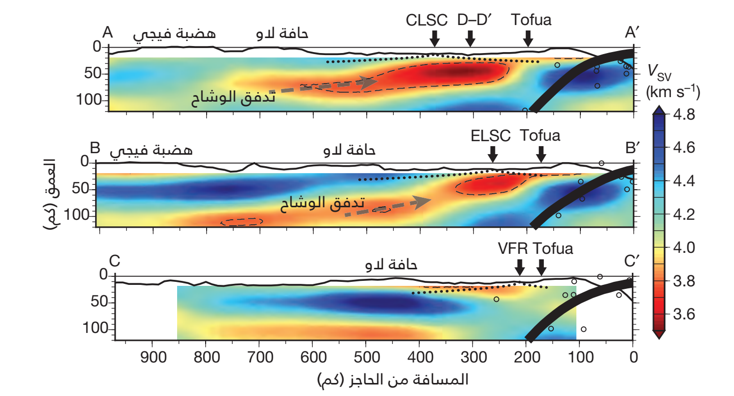
عِلْم الأرض

انتقال الصهارة المستحَثّة مائيًّا

تُعَدّ الصَّهّارات المولّدة أسفل مراكز الانتشار المحيطة والأقواس البركانية مسؤولة عما يزيد على 95% من المغناطيسية في الأرض. وتشير تلك الدراسة إلى أن المياه قد تلعب دورًا مهمًّا في السيطرة على سهولة نقل الصهارة من الوشاح الصخري إلى السطح. وتكشف نتائج التصوير الشعاعي الطبقي tomographic imaging لمراكز انتشار القوس الخلفي "لاو" بغرب خندق تونجا عن توزيع السرعة السيزمية ثلاثية الأبعاد أسفل حوض "لاو". يبلِّغ الباحثون عن سرعات سيزمية بطيئة بطريقة غير متوقعة، تم تفسيرها على أنها علامة على المحتوى عالي الصهارة، بأجزاء من وتد الوشاح الصخري، حيث لا يوجد مركز انتشار نشط حاليًّا. تصبح تلك المفارقة أضعف في الجنوب، في مقابل ارتفاع إنتاجية الصخور الانصهارية. وتشير تلك الاكتشافات إلى كون التغيرات بفعالية استخلاص الصهارة تُعَدّ نتيجة لزيادة الانصهار الجزئي، ومحتوى مائي أكثر ارتفاعًا بالصخور المنصهرة، التي أنتجت صهارة ذات لزوجة أكثر انخفاضًا واستخلاصًا أكبر فعالية.

Seismic evidence of effects of water on melt transport in the Lau back-arc mantle
S Wei *et al*
doi:10.1038/nature14113

الشكل أسفله | تبين المقاطع العرضية B-B ، A-A´ و C-C´ سرعة الموجة SV حسب متوسّط السمت. نظرًا للاستبانة الجانبية المنخفضة للموجات السطحية على فترات طويلة، يتم حل البنى الأقل عمقًا من 100 كيلومتر فقط جيدًا، وبالتالي تفسيرها. الزلازل المحلية (الدوائر السوداء)، أقل من 100 كم من كل مقطع عرضي) التي حدد مكانها باستخدام مجموعة البيانات ذاتها التي ترسم سطح لوح الانغراز الفرعي (منحنيات سميكة، لوح 1.0 نموذج). تمثل المنحنيات المنقطة الجزء السفلي من الغلاف الصخري الحراري، وفقًا لنموذج تبريد نصف المساحة، مما يدل على أن معظم الحالات الشاذة للسرعة المصورة لا تنجم عن التغيرات في التبريد الموصل. قياس الأعماق (المنحنى المصمت على طول الجزء العلوي) مُبالَغ فيه عموديًّا بمعامل قدره 5. تظهر كنتورية (محيط الشكل) سرعة القص 3.8 كم-1 بالخط المتقطع. تحت مركز نشر لاو المركزي CLSC ومركز نشر لاو الشرقي ELSC ، يحدث ذوبان إزالة الضغط في المناطق منخفضة السرعة التي تفسَّر على أنها وشاح الموجات المتقلبة من الغرب. في المقابل، تحت حافة فالو فا VFR في الجنوب C-C´، أي اتصال بين سلسلة من التلال وطبقة الأشينوسفير إلى الغرب يعوق بواسطة الغلاف الصخري للقوس المتخلف (الشذوذ الأزرق الواسع تحت حافة لاو عند عمق من 30-70 كم)، مما يعني أن الإمدادات المادية لوشاح القوس الخلفي من الغرب أضعف بكثير، وأن عينات مركز النشر تكتسي بطبقة فقط على مقربة من اللوح.



عِلْم الأعصاب

خلايا القشرة البصرية العصبية متصلة جيدًا

تعتمد الدرجة التي تؤثر فيها الخلايا العصبية على نشاط مثيلاتها على قوة ترابط المتشابك التي تصنعها مع شركائها. ومعروف أن قوة الاتصال تختلف حسب مستويين. وباستخدام مزيج من تصوير الكالسيوم ثنائي الفوتون، والتسجيلات داخل الخلايا في وقت واحد من أزواج من الخلايا العصبية، أظهر توماس مرسيك فلوجيل وزملاؤه أن طبقة الخلايا العصبية 3/2 في القشرة البصرية الأولية للفأر تتبع قاعدة بسيطة: اتصالات قوية قليلة، تحدث بين الخلايا العصبية مع استجابات مرتبطة بالمحفزات البصرية، بينما تربط الوصلات الضعيفة الخلايا العصبية باستجابات غير مترابطة. هذا التحيز في قوة الاتصال الوظيفية قد يكون الوسيلة التي يتم بها حساب الانتقائية العصبية لميزات بصرية في المناطق التي تتبع اتجاهًا من خلال V1.

Functional organization of excitatory synaptic strength in primary visual cortex
L Cossell *et al*
doi:10.1038/nature14182

فك رموز إعادة نمو الحبل الشوكي

غالبًا ما يكون الرجوع إلى الحالة الوظيفية الطبيعية التالية للإصابة الحادة في الحبل الشوكي متواضعًا، نظرًا إلى تثبيط التجدد المحوري والعصبي في موقع الندبة. وقد تكون مكونات نسيج خارج الخلية المنتجة من الخلايا الدبقية هي المسؤولة عن هذا التجدد المختزل. وباستخدام نموذج النسيج المثبط خارج الخلية في المختبر الذي يتشكل بعد إصابة الحبل الشوكي، حدد جيري سيلفر وزملاؤه مكوِّنًا يُوجد على المحاور العصبية ـ بروتين فوسفاتيز التيروزين (PTPσ) ـ يقيد مخروطات نمو المحور العصبي بجزيئات نسيج خارج الخلية المثبطة بشكل دائم، مما يجعل المحاور العصبية غير قادرة على إعادة النمو. في دراسات لنموذج القوارض، يمكن لببتيد يحاكي إنزيم PTPσ أن يعوق مواقع بروتيوجليكان خارج الخلية، مما يسمح بمرور المحاور العصبية عبر المنطقة المتضررة وإعادة النمو، ويؤدي إلى التعافي الوظيفي في كلا النظامين الحركي، والبولي.

Modulation of the proteoglycan receptor PTPσ promotes recovery after spinal cord injury
B Lang *et al*
doi:10.1038/nature13974

علم الأورام الجزيئي

التطور النسيلي في أورام الطُّعْم المزروع

يقدِّم زرع الطعم الأجنبي لخلايا السرطان الأولية البشرية في الفئران النماذجَ القَيِّمَة التي توفر دراسة الآليات الكامنة وراء تكون الأورام، والاستجابة الدوائية، والمقاومة. وتوضح هذه الدراسة أن التطور النسيلي الذي يشبه ما شُوهِد في الأورام البشرية يحدث أيضًا مع زرع الطعم، وأثناء إعادة الزراعة اللاحقة لأورام الثدي في الفئران التي تعاني من العوز المناعي. إضافة إلى ذلك.. تظهر أنماط التوسع النسيلية في طعوم مستقلة من التجمع الورمي البادئ نفسه، مشيرًا إلى أن التشوهات الجينومية يمكن أن تكون محدّدات قابلة للتكاثر للمسارات التطورية. وتشير هذه النتائج إلى أن الطُّعْم الأجنبي المستمَدّ من المريض قد يكون مفيدًا لدراسة خصائص الأورام الخاصة بالمريض، مثل الاستجابة للأدوية المصمَّمة لتغيرات جينومية محددة.

Dynamics of genomic clones in breast cancer patient xenografts at single-cell resolution
P Eirew *et al*
doi:10.1038/nature13952

فيزياء حيوية

تحوُّل غاز الاحتباس الحراري إلى وقود

حدَّد راؤول بانيرجي وزملاؤه باستخدام تحليل رنين رامان الاهتزازي الطيفي المُحلِّل زمنيًّا بِنْيَةَ "مركب Q"، وهو مركب وسطي أساسي، يتكون بمنظومة الميثان القابل للذوبان أحادي الأكسجينيز (sMMO)، موجود بالبكتيريا المؤكسدة للميثان. ومركَّب Q هو أقوى المؤكسدات البيولوجية المعروفة، ويعمل كعامل حفّاز لانقسام رابطة الكربون-هيدروجين الخاصة بالميثان، والمستقرة جوهريًّا مع إدراج الأكسجين؛ لتشكيل وقود الميثانول السائل. قد يصبح ممكنًا مع فهمٍ أفضل لبِنْيَة وآليّة عمل مركب Q توليف إنزيمات صغيرة جزيئيًّا تحوِّل الميثان المتكوِّن بشكل طبيعي إلى ميثانول، وبالتالي تحويل غاز الاحتباس الحراري الضار إلى

مصدر مهم محتمَل للوقود السائل والكيماويات.

Structure of the key species in the enzymatic oxidation of methane to methanol

R Banerjee *et al*

doi:10.1038/nature14160



غلاف عدد 26 فبراير 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 26 فبراير من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم البيئة

تعلُّم القليل.. يقطع شوطًا كبيرًا

على الرغم من كون السلوكيات المنقولة اجتماعيًّا قد لوحظت بأنواع عديدة مختلفة من الطيور والثدييات، فإننا نعرف القليل حول كيفية انتشار تلك السلوكيات واستمرارها. تبرهن تلك الورقة البحثية على التأثير القوي بشكل ملحوظ للتوافق الاجتماعي بالطيور البرية، وتُعَرِّف بِدَوْر ذلك التوافق الاجتماعي في الحفاظ على تقاليد البحث المثابر عن الطعام. درَست لوسي آبلين وزملاؤها استراتيجية مجموعتين صغيرتين من الثدييات البرية الكبيرة؛ للبحث عن الطعام الجديد المختلف، ومن ثم تعقبوا انتشار تلك الاستراتيجية بتجمعات برية عندما تم تحرير الطيور المدربة؛ لتعود إلى المجموعات السكانية الخاصة بها. وقد انتشرت الاستراتيجية من خلال طائرين اثنين مدرَّبين فقط إلى 75% من التجمع، مع مجموعات سكانية فرعية منحازة بشكل كبير لأداء التقنية التدريبية بمجموعتها عبر جيلين على الأقل. وقد اعتمدت الطيور التي واجهت الاستراتيجيتين البديل المحلي.

Experimentally induced innovations lead to persistent culture via conformity in wild birds

L Aplin *et al*

doi:10.1038/nature13998

وراثة

التباين الجينومي المرتبط بالتضاعف

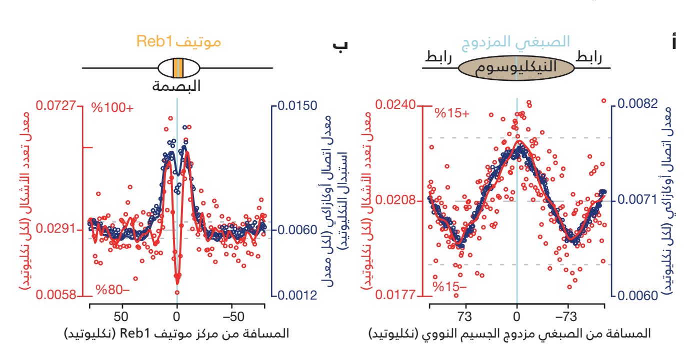
لا تزال الآليات التي تدعم التوزيع غير العشوائي للطفرات عبر الجينوم غير محددة. فقد أورد أندرو جاكسون وزملاؤه أن النهايات 5´ من أجزاء أوكازاكي ـ وهي نهايات قصيرة من الحمض النووي، يتم تخليقها على الجديلة المتأخرة من الحمض النووي أثناء التضاعف ـ قد زادت من مستويات إحلال النوكليوتيدات. وبمساعدة طريقة طُورت حديثًا تتبع نشاط إنزيم البوليميرز المعروفة باسم emRiboSeq، أظهروا أنه على الرغم من معالجة أجزاء أوكازاكي، فإن الحمض النووي المخلَّق عن طريق البوليميرز- α (Pol-α) العرضة للخطأ يحتفظ به في الجسم الحي، ويتألف من حوالي 1.5% من الجينوم. تؤسس هذه النتائج لاعتبار Pol-α مصدرًا مهمًّا للتباين الجينومي، وتوفر آلية للتباين في مواقع محددة في معدلات استبدال النوكليوتيدات. ولذلك.. فنقاط الطفرة الفعالة في العناصر التنظيمية هي تكلفة طفرية للكروماتين، ومقيدة للبروتين التنظيمي.

Lagging-strand replication shapes the mutational landscape of the genome

M Reijns *et al*

doi:10.1038/nature14183

الشكل أسفله | زيادة في معدل استبدال عند منطقة أوكازاكي (OJs). أ، ب، ترتبط معدلات استبدال النيوكليوتيد (nt) (الأحمر) بشكل وثيق بزيادة موقع تكرار تواجد مناطق أوكازاكي (OJ) (الأزرق) عند النيوكليوسومات (أ) ومواقع تقييد Reb1 (ب). معدلات تعدد الأشكال في الخميرة S. cerevisiae لكل نيوكليوتيدة محسوبة باستخدام تتابعات من نيكليوسوم (n=27,586) ومواقع تقييد Reb1(n=881) نقاط البيانات الفردية، والدوائر المفتوحة. المنحنيات المصمتة، والمفاتيح في أفضل حالات التطابق. المتوسط، خط رمادي متقطع؛ ± 10% الخطوط الرمادية المتقطة.



علم الحيوان

كيف حصلت الفقاريات على رأس

حيَّرت الأصولُ التطورية لرأس الفقاريات العلماءَ لعدة قرون، حيث إنها بِنْيَة مميزة، لا نظير واضح لها في عالم اللافقاريات. ويُعتقد أن الهيكل العظمي لرأس الفقاريات الأولى قد تم بناؤه من غضروف خلوي مستمَدّ من القمة العصبية، وهو تجمع خلوي مهاجر، ينشأ من حواف الجهاز العصبي المركزي. ولكن الحَبْلِيّات غير الفقارية ليست لها قمة عصبية، مما يجعل من الصعب فهْم منشأ هذا الغضروف. وباستخدام الاضطرابات الدوائية، وعلم الأنسجة، والتعبير الجيني، حدَّد دانيال ميديروس وزملاؤه أنسجة لا يمكن تمييزها عمليًّا من غضروف الفقاريات الخلوي، الذي يتشكل بشكل عابر في اليرقات المتحوّلة للحبليات اللافقارية، حيوان السهيم. وهذا يشير إلى أن ظهور الهيكل العظمي لرأس الفقاريات لم يتوقف على تطور أنسجة هيكل عظمي جديد، كما يُعتقد عمومًا، ولكن على انتشار هذه الأنسجة في جميع أنحاء الرأس.

Evolution of the new vertebrate head by co-option of an ancient chordate skeletal tissue

D Jandzik *et al*

doi:10.1038/nature14000

علم الجينوم

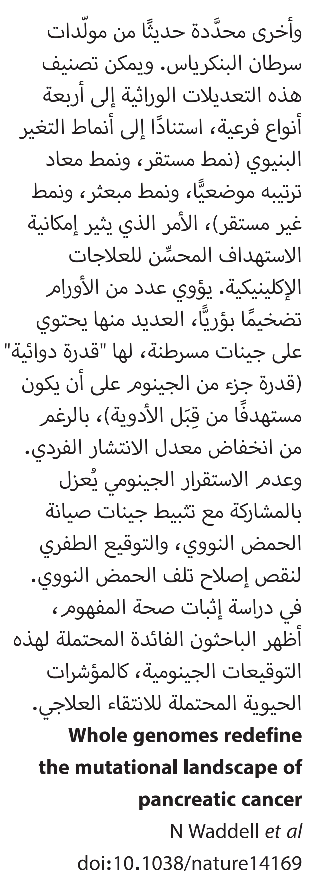
الطفرات المرتبطة بسرطان البنكرياس

كشَف تحليل فك تتابعات الجينوم الكامل من مئة نوع سرطاني من السرطانات الغدية القنوية البنكرياسية عن عوامل وراثية معروفة سابقًا، وأخرى محدَّدة حديثًا من مولّدات سرطان البنكرياس. ويمكن تصنيف هذه التعديلات الوراثية إلى أربعة أنواع فرعية، استنادًا إلى أنماط التغير البنيوي (نمط مستقر، ونمط معاد ترتيبه موضعيًّا، ونمط مبعثر، ونمط غير مستقر)، الأمر الذي يثير إمكانية الاستهداف المحسَّن للعلاجات الإكلينيكية. يؤوي عدد من الأورام تضخيمًا بؤريًّا، العديد منها يحتوي على جينات مسرطنة، لها "قدرة دوائية" (قدرة جزء من الجينوم على أن يكون مستهدفًا من قِبَل الأدوية)، بالرغم من انخفاض معدل الانتشار الفردي. وعدم الاستقرار الجينومي يُعزل بالمشاركة مع تثبيط جينات صيانة الحمض النووي، والتوقيع الطفري لنقص إصلاح تلف الحمض النووي. في دراسة إثبات صحة المفهوم، أظهر الباحثون الفائدة المحتملة لهذه التوقيعات الجينومية، كالمؤشرات الحيوية المحتملة للانتقاء العلاجي.

Whole genomes redefine the mutational landscape of pancreatic cancer

N Waddell *et al*

doi:10.1038/nature14169



ذكاء اصطناعي

لاعب مبرمج يتقن ممارسة الألعاب

إننا نصنِّف أي لاعب مبرمَج بأنه مرتفع الذكاء الاصطناعي إذا تفوق في أداء مجموعة كبيرة من المهام، وهو ما يُعتبر تحديًّا للبشر. وحتى الآن، استطعنا الوصول إلى خوارزميات فردية تتيح إتقان نظام مفرد، فعلى سبيل المثال.. يستطيع كمبيوتر "ديب بلو" Deep Blue الخاص بشركة IBM ممارسة لعبة الشطرنج وقيادة عدد من المركبات ذاتية القيادة، التي ما زالت في مرحلة العرض. وحاليًّا، طوَّر فريق يعمل بشركة "جوجل" صاحبة شركة الذكاء الاصطناعي "ديب مايند" DeepMind لاعبًا مبرمجًا، يُطلَق عليه شبكة Q العميقة، قادر على أن يلعب تسع وأربعين لعبة من ألعاب المراهنات الخاصة بالأتاري 2,600 التقليدي بطريقة مباشرة من الخبرة الحسية، لتحقيق أداء شبه بشري. ومن خلال الجمع بين تعزيز التعلم (وذلك باختيار الإجراءات التي تحقق أقصى قدر من المكافأة، وهي النقاط المرتفعة في تلك الحالة) والتعلم العميق (استخلاص سمة التجريد متعدد الطبقات من خلال البيانات)،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يأخذ اللاعب المبرمج خطوة أقرب إلى الهدف لأنظمة قادرة على تعلم مهام عسيرة متنوعة من الصفر.

Human-level control through deep reinforcement learning

V Mnih *et al*

doi:10.1038/nature14236

أحياء جزيئية

بنية إنزيم إعادة الاتحاد V(D)J

يَستخدِم الجهاز المناعي للفقاريات إعادة الاتحاد V(D)J؛ لتوليد مجموعة واسعة من جينات مختلفة ترمز إلى الجلوبيولينات المناعية ومستقبلات الخلية التائية من ذخيرة محدودة من شرائح الترميز. تبدأ عملية إعادة الاتحاد بواسطة مركب الانشقاق RAG1-RAG2. وقد حلّ وي يانج وزملاؤه مؤخرًا البنية البلورية لتيترامير مغاير لإنزيم إعادة الاتحاد RAG1-RAG2 عند استبانة 3.2 أنجستروم. يشكل المركَّب بِنْيَة على شكل حرف واى (Y)، مع كل ذراع يحتوي على مغاير RAG1-RAG2. تشبه البنية العامة تلك الإنزيمات الينقولية التي تشكِّل منعطفًا حادًّا، مما يشهد على تاريخها التطوري كشكل من أشكال متخصصة لنشاط تبديل الموضع. توفر البنية تبصرًا في آلية إعادة الاتحاد V(D)J، والأساس للعديد من الطفرات المسببة للمرض.

Crystal structure of the V(D)J recombinase RAG1–RAG2

M Kim *et al*

doi:10.1038/nature14174

علم الجينوم الطبي

طفرات جين *TP53* تسبق المعالجة

الاضطرابات النسيلية المنتجة للدم المعروفة باسم سرطان الدم النخاعي الحاد t-AML ومتلازمة علاج خلل التنسج النخاعي المتعلقة بالعلاج تتطور عادةً من سنة إلى 5 سنوات، بعد التعرض للعلاج الكيميائي، أو العلاج الإشعاعي. يتم إثراء طفرات *TP53* بشكل انتقائي في t-AML/t-MDS، وكان يُعتقد أنه يستحث مباشرة من قبل العلاج السام خلويًّا. يقدم دانيال لينك وزملاؤه بيانات فك تتابعات الجينوم، التي تشير إلى أن طفرات *TP53* تسبق المعالجة السامة للخلايا. ويبدو أن خلايا جذعية نادرة/سلفية مكونة للدم أو نخاع العظم تحمل طفرات *TP53* المرتبطة بالعمر، وأن هذه الخلايا تخضع لتوسع نسيلي فقط بعد ضغوط انتقائية تطبَّق بالعلاج الكيميائي.

Role of *TP53* mutations in the origin and evolution of therapy-related acute myeloid leukaemia

T Wong *et al*

doi:10.1038/nature13968

الشكل أعلاه | انبعاث عالي الارتفاع عند الفاصل المريخي. صورة مِلاحِيّة (وهي القرص الكوكبي المرصود، وتتناسب مع النموذج: الخط الأصفر؛ القرص، الخط الأزرق؛ خط الاستواء) التي تبين السمة الموقعية (الدائرة الحمراء) في الواحد والعشرين من مارس 03:21 (الصورة D.P.) بتوقيت جرينتش؛ الصورة بالتوجه الجغرافي (الشمال لأعلى؛ والشرق لليمين).

فَلَك

انبعاث المريخ الغامض

سَجَّل فلكيون هواة ما بدا كانفجار من نوع ما، أتى من المريخ في مارس وإبريل من عام 2012، في شكل نتوء من القرص الكوكبي، استغرق حوالي 10 ساعات ليتطور، وبقي لما يزيد على أسبوع. حلَّل أوغسطين سانشيز-لافيجا وزملاؤه ذلك الترصد بالتفصيل، ووصفوا أعلى وصول لشبه انبعاث تم رصده من قِبل على المريخ، حيث وصل إلى ارتفاع يبلغ 250 كيلومترًا – لم تتجاوز سمات الارتفاع الكبير السابقة أكثر من 100 كيلومتر- وتمدَّدت لأكثر من 500 كيلومتر باتجاهات الشمال-الجنوب، والشرق-الغرب. تشمل التفسيرات المقترحة لذلك الانبعاث الغامض سحب ثاني أكسيد الكربون، أو الجليد المائي أو ظاهرة مرتبطة بانبعاثات الشفق القطبي، ولكن فهْمنا الحالي لديناميات المريخ المتعلقة بالغلاف الجوي وتَكَوُّن الانبعاث لا تمكِّننا من تحليل مثل ذلك الانبعاث الهائل.

An extremely high-altitude plume seen at Mars' morning terminator

A Sánchez-Lavega *et al*

doi:10.1038/nature14162

فَلَك

"كوازار" يوضح عصر إعـادة التأيُّن الكوني

تمثل الحيود الكونية الحمراء فيما بين درجتي 6 و7 الزمن الانتقالي للوسط بين المَجَرِّي من الطور المتعادل للمتأين. اكتشف زوي-بينج وو وزملاؤه كوازارات quasars فائقة السطوع عند الحيود الأحمر Z = 6.30، تمتلك سطوعًا بصريًّا قريبًا من الموجات تحت الحمراء، أكبر من الكوازارات المعروفة في السابق عند درجة حيود تتجاوز الدرجة 6. قدَّر الباحثون ـ اعتمادًا على البيانات الطيفية القريبة من الموجات تحت الحمراء ـ كتلة لما يوازي 12 مليارًا من الكتل الشمسية للثقب الأسود المصاحب، وهو ما يتسق مع الـ13 مليارًا من الكتل الشمسية المشتقة بواسطة افتراض معدل تراكم إدينجتون المحدود، حيث تتوازن قوة الإشعاع التي تعمل نحو الخارج والقوة التجاذبية العاملة نحو الداخل. سيكون هذا الجسم مصدرًا مفيدًا لدراسة التكون المَجَرِّي حول ثقوب سوداء هائلة عند نهاية عصر إعادة التأين الكوني، وذلك لأن أكثر الكوازارات سطوعًا حتى اليوم كانت تقف عند القيمة Z = 6.

An ultraluminous quasar with a twelve-billion-solar- mass black hole at redshift 6.30

X Wu *et al*

doi:10.1038/nature14241

علْم المناعة الخلوية

متابعة عملية تكوُّن الدم في الجسم

يُستمَد معظم ما نعرفه عن خصائص الخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSCs) من عمليات الزرع، وإعادة تشكيل الدم المفرغ، والجهاز المناعي. ولا يُعرَف سوى القليل عن سلوك الخلايا الجذعية المنتجة للدم تحت الظروف الفسيولوجية. وقد أورد مؤخرًا أن تكوُّن الدم في البالغين تقوده آلاف الأسلاف المعمرة، بدلًا من الخلايا الجذعية الكلاسيكية المنتجة للدم. استخدم هانز-رايمر روديوالد وزملاؤه علامات وراثية مستحثة للخلايا الجذعية البدائية المنتجة للدم في نموذج الفأر، جنبًا إلى جنب مع النمذجة الحسابية، لإظهار أنه في حين تشارك الخلايا الجذعية المنتجة للدم في تأسيس نظام الدم في وقت مبكر من الحياة، تتجدد حالة مستقرة لتكون الدم يعتمد بشكل رئيس على الأسلاف التي تكون قادرة على التجديد الذاتي، ولكن أيضًا تتلقى مدخلات نادرة من الخلايا الجذعية المنتجة للدم طويلة الأجل. ويزداد هذا الإدخال بعد التحديات الفسيولوجية.

Fundamental properties of unperturbed haematopoiesis from stem cells *in vivo*

K Busch *et al*

doi:10.1038/nature14242

كيمياء

المستحلبات المركَّبة وقابليتها للتحوُّل

للمستحلبات أهمية بالغة في مجال البحث، وتطبيقات العلوم الطبية، والصناعات الغذائية، بالإضافة إلى مجالات أخرى. تصف تلك الورقة البحثية طريقة من خطوة واحدة، تستغل قابلية الامتزاج الحساس لدرجة الحرارة لسوائل الهيدروكربون والسيليكون والفلوروكربون؛ لصناعة مستحلبات مركبة ثلاثية ورباعية الأطوار بأنماط شكلية ظاهرية يمكن التحكم فيها. يمكن ضبط هندسة المستحلبات بدقة بين التكوينات المغلفة ومزدوجة الوجه، من خلال تنويع توازن التوترات البينية المسيطَر عليها عبر مخاليط خافض التوتر السطحي، أو بواسطة منبهات معينة، كالضوء، أو الرقم الهيدروجيني. توفِّر القدرة على قابلية الاستعادة "الحالية" و"التمويه" للحدود البينية لسائل-سائل معين داخل القطرة وضبط شكلها الخارجي إمكانات عملية مثيرة للاهتمام.

Dynamically reconfigurable complex emulsions via tunable interfacial tensions

L Zarzar *et al*

doi:10.1038/nature14168

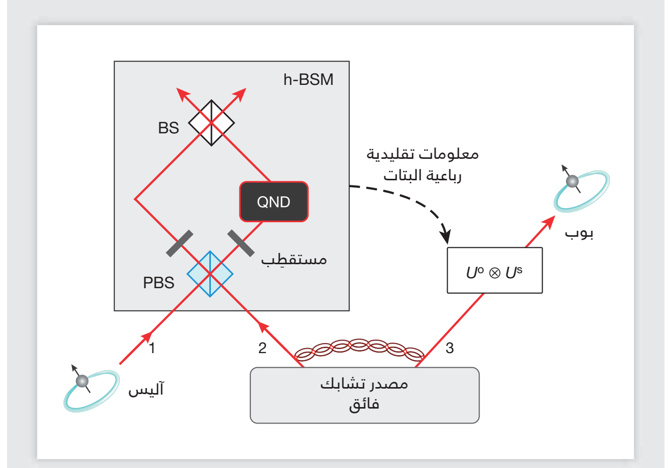
أدينوزين الميثيل -N^6 وتفاعلات الـRNA

أدينوزين الميثيل -N^6 (m^6A) هو تعديل داخلي شائع موجود في عديد من جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال، والأحماض النووية الريبية الطويلة غير المرمزة في عديد من حقيقيات النواة. وينخرط المركب في السيطرة على مختلف الوظائف الخلوية، بما في ذلك إيقاع الساعة البيولوجية، الانقسام الميوزي، وتطور الخلايا الجذعية. تكشف هذه الدراسة آلية لم تكن معروفة سابقًا، ينظم بواسطتها m^6A تفاعلات الحمض النووي الريبي مع البروتين. أظهر تاو بان وزملاؤه أن عناصر التقييد للعديد من البروتينات المقيدة للحمض النووي الريبي (RBPs) مدفونة عادة داخل المناطق المنظمة. تعمل تعديلات m^6A بمثابة مفتاح لإعادة تنظيم هذه المناطق، الأمر الذي يستحث التغييرات البنيوية التي تكشف العنصر؛ وبالتالي تيسر تقييد البروتينات المقيدة للحمض النووي الريبي. ويترتب هذا الاستنتاج على أن m^6A يعيد نمذجة الحمض النووي الريبي ـ على سبيل المثال ـ ليؤثر على نضوج الحمض النووي الريبي المرسال، من خلال التداخل مع أنشطة التقييد للمنظم بعد النسخي.

N6-methyladenosine-dependent RNA structural switches regulate RNA–protein interactions

N Liu *et al*

doi:10.1038/nature14234



فيزياء كَمِّيَّة

النقل الكَمِّي الفوري لطَوْرَي فوتون واحد

أثناء عملية النقل الكَمِّي الفوري.. يتم تحويل المعلومات في صورة جسيمات كمية، مثل الفوتون، ونقلها من مكان إلى آخر، دون تحريك الجسيم. ورغم أن هذه العملية تمت البرهنة عليها في أنظمة مختلفة، إلا أنها كانت كلها محدودة بعامل حاسم، وهو أنها تسمح بالنقل الفوري فقط بدرجة واحدة إحصائيًّا من درجات الحرية. ويعرض ناي-لي ليو وزملاؤه النقل الفوري الكمي بدرجتين من درجات الحرية ـ العزم الزاوي المداري والمغزلي - بفوتون واحد. يُعتبر تنفيذهم التجريبي معقدًا للغاية، وينطوي على تقنيات مبتكرة متنوعة، أبرزها مخطط قياس طور بيل التهجيني. يفسر تعقيد هذا المخطط مدى الصعوبة التي سيكون عليها إنجاز النقل الفوري الكمي لأنظمة كمية أكثر تعقيدًا بدرجات أكبر من الحرية، لكن هذا العمل يمثل خطوة أولى ومهمة في ذلك الاتجاه.

Quantum teleportation of multiple degrees of freedom of a single photon

X Wang *et al*

doi:10.1038/nature14246

الشكل أعلاه | مخطط للنقل الفوري الكَمِّي لأطوار المركب الغزلي – المداري لفوتون مفرد. أ، ترغب أليس في نقل الطور الكمي لفوتون 1 المفرد فوريًّا إلى بوب، المشفَّر بكل من العزم الزاوي المغزلي SAM والعزم الزاوي المداري OAM الخاصين به. ولفعل ذلك.. يحتاج كل من أليس وبوب إلى مشاركة زوج من الفوتونات فائقة التشابك 2-3. ومن ثم، تجهز أليس مقياس طور بيل فائق التشابك h-BSM، يقدم مقياس "البناء الكمي" QND العون له، ويرسل النتائج كمعلومات تقليدية من أربعة بتات لبوب. يمكن لبوب تطبيق عمليات باولي المناسبة (التي يُرمز إليها بـUo و Us لدرجات حرية العزم الزاوي المغزلي، والعزم الزاوي المداري على التوالي) على الفوتون 3؛ لتحويله إلى الطور الأصلي للفوتون 1، وذلك عند استقبال نتيجة أليس مقياس طور بيل فائق التشابك. والارتجاع المسبق النشط ضروري لنقل فوري كامل وقطعي. هذا.. ولم نقم بتطبيق الارتجاع المسبق بتجربتنا الحالية للبرهنة على القاعدة، ولكننا استخدمنا الانتقاء الحملي؛ للبرهنة على نجاح النقل الفوري. شاطر الحزمة، BS.

أحياء خلوية

أصل الخلايا النخاعية البالغة

إنّ الأصل التطوري لسلف الخلية البلعمية الكبيرة المقيم في الأنسجة، وإسهامه في الخلايا البلعمية الكبيرة في أعضاء الجنين وأعضاء البالغين مقارنة بالخلايا البلعمية الكبيرة لنخاع العظام، لا يزال مجهولًا. وباستخدام تتبع النسب، حددت إليسا جوميز بيرديجويرو وزملاؤها تجمعًا للأسلاف المستمدة من كيس المح ـ متميزة عن الخلايا الجذعية المكونة للدم، الجنينية والبالغة ـ التي تعطي الكريات الحمراء، والخلايا البلعمية الكبيرة والخلايا الحبيبية في جنين الفأر الصغير، والغالبية العظمى من الخلايا البلعمية الكبيرة البالغة المقيمة في الأنسجة.

Tissue-resident macrophages originate from yolk-sac-derived erythro-myeloid progenitors

E Perdiguero *et al*

doi:10.1038/nature13989

علم الأمراض الجزيئي

تحكُّم منفصل في جينات التطور

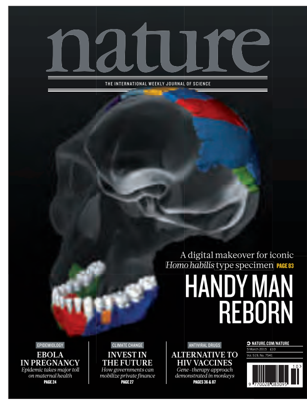
ينطوي نسخ الجينات خلال عملية التطور على التفاعلات بين بوليمريز الحمض النووي الثاني المقيد إلى محفز رئيس، والعوامل المقيدة إلى المعززات القاصية التي تمنح تنشيط خلية من نوع محدد. أظهر ألكسندر ستارك وزملاؤه أن معززات الجينات التطورية وصيانة العمليات الخلوية في ذبابة الفاكهة لها خصوصيات مميزة لتتابع المحفزات الأساسية المختلفة، وأن خصوصية المحفزات أساسية المعززات ومرمِّزة التتابعات هذه تفصل البرامج التنظيمية لجينات التنمية، وصيانة العمليات الخلوية عبر الجينوم.

Enhancer––core-promoter specificity separates developmental and housekeeping gene regulation

M Zabidi *et al*

doi:10.1038/nature13994

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



غلاف عدد 5 مارس 2015
طالع نصوص الأبحاث في عدد 5 مارس من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

عِلْم الأعصاب

تأثيرات للكانابينويدات على التغذية

أسست البحوث السابقة دورًا للخلايا العصبية طليعة الأوبيو ميلانوكورتين الوطائي (POMC) في خفض معدل التغذية بسبب الشبع، مما يشير إلى أن إشارات تعزيز التغذية قد تخفض النشاط العصبي لهذه الخلايا. اختبر تاماس هورفاث وزملاؤه هذه الفكرة، ووجدوا أنه من المستغرَب أن إشارات تغذية الكانابينويد تعزِّز النشاط العصبي للخلايا العصبية طليعة الأوبيو ميلانوكورتين الوطائي. وهذا التنشيط العصبي المتناقض للخلايا العصبية لا غنى عنه للتعزيز المناسب للتغذية، المنطلق بواسطة تنشيط مستقبل الكانابينويد 1 في حالة الشبع. وخلص الباحثون إلى أن التأثير الكلي للكانابينويدات على التغذية قد يكون مدفوعًا من قِبَل كل من تأثيرات ما قبل وما بعد المتشابك - ربما بشكل مستقل عن بعضها البعض - وهذا هو التزامن الصدغي الذي يجلب التغييرات السلوكية بشكل عام.

Hypothalamic POMC neurons promote cannabinoid-induced feeding
M Koch *et al*
doi:10.1038/nature14260

نشاط الدماغ قبل الحركة

في عديد من الكائنات الحية، يلاحَظ زيادة النشاط العصبي في القشرة الحركية والقشرة أمام الحركية قبل البدء في التحرك. يميل هذا النشاط إلى أن يكون غير محدد لاتجاه الحركة القادمة. أمّا مدى ارتباطه بالإشارات الحركية، فغير واضح. فحص كاريل سفوبودا وزملاؤه بدقة إسهام الخلايا العصبية داخل القشرة الحركية الجانبية الأمامية للفأر في التخطيط للحركة. ووجدوا مجموعات متميزة من الخلايا العصبية باتصال متميز يتوافق مع الاستجابات الوظيفية (تجمعات الخلايا العصبية التي تتمدد إلى مناطق المصب هي الأكثر انتقائية لاتجاه الحركة القادمة من تلك التي تتمدد على أهداف قشرية أخرى). تؤكد هذه النتائج على مدى تعقيد قياس الاستجابات العصبية من خلال السلوك الذي يحتاج إلى التفسير في سياق تنظيم الدوائر الكهربائية التي شاركوا فيها.

A motor cortex circuit for motor planning and movement
N Li *et al*
doi:10.1038/nature14178

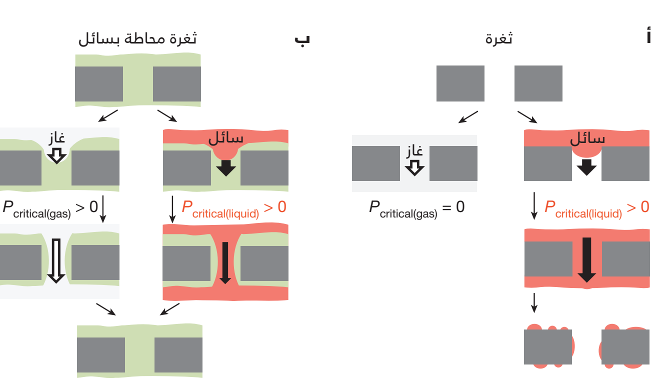
هندسة حيوية

محاكاة لمنظومة نقل انتقائي للموائع

ألْهَمَ الأداءُ الرائع للمسام البيولوجية بالنقل الانتقائي التنسيق متعدد المراحل بين بيئات مختلفة، دون انسداد، بمحاولات بناء مسام اصطناعية تحاكي ذلك السلوك، ولكن ظَلَّ نظام واحد قادر على التعامل الانتقائي والسيطرة على النقل المعقد متعدد المراحل بعيد المنال، وظلت النفايات أمرًا لا مفر منه تقريبًا. يبين زوهو وزملاؤه أن الموائع المستقرة شعريًّا يمكنها ختم المسام بالطور المغلق والمعكوس، ويمكن إعادة تشكيلها بسرعة تحت الضغط؛ لتخليق مسام مفتوحة مصطفة مع الموائع. ويمكن لمنظومة واحدة تعديلها ديناميًّا لفرز الغاز/السائل، وفصل خليط من الهواء/الماء/النفط بتدفق مائع مجهري، لأن كل مادة نقل تمتلك عتبة ضغط متمايزة عازلة قابلة للضبط. تمكّن استراتيجية النقل الانتقائي للموائع من تشغيل فعال طويل الأمد، ومقاوِم للنفايات مع منظومات الموائع على النطاق الضخم والمجهري، وهو ما ينبغي أن يكون مفيدًا في مجموعة واسعة من التطبيقات.

Liquid-based gating mechanism with tunable multiphase selectivity and antifouling behaviour
X Hou *et al*
doi:10.1038/nature14253

الشكل أسفله | فرضية التحكم في ثغرة عن طريق إعادة تشكيل سائل. أ، فيما يتعلق بمادة صلبة نانوية أو مسام مجهرية (أكبر من النطاق الجزيئي بكثير) يكون نقل الغازات (الرمادي الفاتح) غير مسيطَر عليه، ويحدث حتى عند ضغط صفر، في حين يتم نقل السوائل (الأحمر) بالاعتماد على التشكيل هلالي السطح بواسطة التفاعلات مع السطح الصلب، ولذلك يحدث عند ضغط معين محدود. تكون المنظومة عرضة للنفايات. **ب،** إذا امتلأت المسام بسائل معقود بثبات (الأخضر)، سيتم السماح لتدفق كل من الغازات والسوائل انتقائيًّا عن طريق تشويه الضغط المستحث لحدود السائل-المائع. في حالة الطور المفتوح، فإن المرور الانتقائي للسائل سوف يعاد تشكيله عكسيًّا؛ لتكوين مسام مصطفة. سيكون لكل مادة نقل ضغط حرج محدد قائم على قدرتها على التغلب على الضغط الشعري عند حدود السائل-الغاز أو السائل-السائل، وستمنع مسام الاصطفاف السائلي التواصل مع المادة الصلبة. عند تحرير الضغط، ستعود المسام غير المعرقلة إلى طورها الأصلي الممتلئ بالسائل. توفر آلية السائل القائم على المرور الانتقائي استراتيجية موحدة لنقل انتقائي مستجيب، قابل للضبط، غير انسدادي، متعدد الأطوار.



فَلَك

على الطريق لانفجار "سوبرنوفا"

يوفِّر رصد جديد للسديم الكوكبي هينيز 2-428 (وهو ثنائي مزدوج الانحلال بكتلة كلية تفوق حد تشاندراسيخار، يمكن للجسم أن ينهار عندها ليشكل ثقبًا أسود) خطوطًا عريضة للمصير المتوقع للنظام. تشير فترة الدوران المدارية القصيرة (4.2 ساعة) وكتلته الكلية (حوالي 1.8 كتلة شمسية) إلى أن المكونات الثنائية سوف تندمج خلال 700 مليون عام، مما يؤدي إلى سوبرنوفا من النوع الأول Ia.

The double-degenerate, super-Chandrasekhar nucleus of the planetary nebula Henize 2-428
M Santander-García *et al*
doi:10.1038/nature14124

بيولوجيا الخلية

موقع ريبوسومي مشترَك

تقع عملية الترجمة في قلب نظام التعبير الجيني بجميع الكائنات الحية، لكن الإشارات المستخدمة لتوظيف الريبوسومات والبدء في تخليق البروتين تختلف بين مجموعات الكائنات. وبينما توظف كل من حقيقيات النواة وبدائيات النواة بِنْيَة ريبوسومية أساسية مُصَانة لترجمة الحمض النووي الريبي المرسال mRNA، فإن الإشارتين داخل الحمض النووي الريبي المرسال اللتين يتم التعرف عليهما بواسطة الريبوسوم تستبعد كل منهما الأخرى. ويتساءل جيفري كيفت وزملاؤه عمّا إذا كانت هناك إشارة عالمية يمكن لكل من حقيقيات النوى وبدائيات النوى التعرف عليها. وقد وصفوا مؤخرًا أن عنصر موقع دخول الريبوسوم الداخلي (IRES) بحقيقيات النواة له هذه الخاصية. يقيد موقع دخول الريبوسوم الداخلي ريبوسومات البكتيريا وحقيقيات النواة على نحو مماثل، بطريقة تعتمد على البِنْيَة، ولكن في البكتيريا يستحث تقييد العنصر تغييرًا في موضع الريبوسوم، لا يُلاحَظ في حالة ريبوسوم حقيقيات النواة.

Initiation of translation in bacteria by a structured eukaryotic IRES RNA
T Colussi *et al*
doi:10.1038/nature14219

أحياء

زيادة إنتاج الكولاجين ترتبط بتقدم السن

أظهر تعزيز خفض تأشير الإنسولين/IGF-I في الدودة الأسطوانية *Caenorhabditis elegans* تقدمًا في العمر، عن طريق حثّ طور اليرقة، وهو طور سكون يمكِّنها من البقاء على قيد الحياة في ظروف قاسية. وَصَفَ كولين إيوالد وزملاؤه مؤخرًا آلية، يعزِّز خفضُ تأشير الإنسولين/IGF-1 بواسطتها التقدمَ في العمر، من خلال برنامج متميز وراثيًّا. هذه العملية، التي تتطلب عامل التقدم في العمر SKN-1/Nrf لإطالة فترة الحياة عندما يصبح مستوى تأشير الإنسولين/IGF-I منخفضًا، تستحث التعبير عن الكولاجينات وغيرها من الجينات الموجودة خارج الخلية. والأهم من ذلك.. هو أثر فرط التعبير وحده للكولاجينات في إطالة عمر الدودة الأسطوانية *C. elegans*.

Dauer-independent insulin/IGF-1-signalling implicates collagen remodelling in longevity
C Ewald *et al*
doi:10.1038/nature14021

علْم الحفريات

إعادة تكوين رقمية لحفريات الإنسان

عَرِض عدد من دورية *Nature* في الرابع من إبريل لعام 1964 حفريات لجمجمة ناقصة، ويَدٍ لأقدم فرد معروف ينتمي إلى الجنس البشري *Homo*، حيث تم تصنيف الحفريات التي ترجع إلى موقع أولدوفاي جورج بتنزانيا كأسلاف أولدوفاي البشرية 7 (OH 7)، وتم تسمية تلك الأنواع رسميًّا بـ(الإنسان الماهر *Homo habilis*). وكان التحدي الذي تلا هذا الاكتشاف هو العمل على معرفة أي الحفريات الأخرى تنتمي إلى الفصيلة نفسها، وهي مهمة معقدة، نتيجة لتشوُّه الفك السفلي لأسلاف أولدوفاي 7 OH، وهو ما يخفي شكلها الأصلي. تعرَّض الفك السفلي لأسلاف أولدوفاي لإعادة تكوين باستخدام أحدث التطورات التكنولوجية، وذلك من خلال تقنيات التصوير المقطعي ثلاثي الأبعاد المحوسب لإعادة ترتيب الأجزاء المكسورة. نتجت عن هذا رؤية جديدة لطبيعة الإنسان الماهر، من خلال تميُّزه بخليط مثير للفضول من شكل الفك البدائي، يشبه ذاك الخاص بـ*Australopithecus afarensis* ('لوسي')، ودماغ بضخامة دماغ الإنسان المنتصب المبكر. تشير هذه الأدلة الحديثة إلى وجود تنوع تطوُّري متشعب في الجنس البشري، حدث قبل مليوني سنة.

Reconstructed *Homo habilis* type OH 7 suggests deep-rooted species diversity in early *Homo*
F Spoor *et al*
doi:10.1038/nature14224

علْم المناعة

التأثيرات المفيدة للالتهاب

يحفز الالتهاب إصلاح الأنسجة وتجديدها من خلال آليات غير معروفة إلى حد كبير، إلى جانب تفعيل المناعة الفطرية والتكيفية. وتوضح هذه الدراسة تنشيط مسار المعافاة المستقل عن STAT3 في نموذج الفأر لالتهاب القولون التجريبي من خلال عملية تشتمل على gp130 (مستقبل مشارك لسيتوكينات عائلة إنترلوكين-6) والمستجيبات في الاتجاه نفسه لـSrc، وYes، وYAP، وNotch.

A gp130–Src–YAP module links inflammation to epithelial regeneration
K Taniguchi *et al*
doi:10.1038/nature14228

كيمياء عضوية

أريلة مباشرة لرابطة الكربون-هيدروجين

يصف جيمس كوثبيرتسون، وديفيد ماكميلان تطوير استراتيجية عامة جديدة للأريلة arylation المباشرة للروابط الأليلية sp^3 C–H، التي يُحتمل أن توفر استراتيجية لبناء جزيئات عضوية معقدة عبر اقتران لكتل بناء بسيط وخاملة على خلاف ذلك، دون إدخال مجموعات وظيفية دخيلة. تتطلب عملية تمشيط العوامل العضوية الحفازة المختزلة ضوئيًّا، القائمة على الثيول، ظروفًا معتدلة فقط؛ ويمكن أن تستوعب مجموعة واسعة من الألكينات وشركاء الاقتران الأريني ضعيف الإلكترونات.

The direct arylation of allylic sp^3 C–H bonds via organic and photoredox catalysis
J Cuthbertson *et al*
doi:10.1038/nature14255

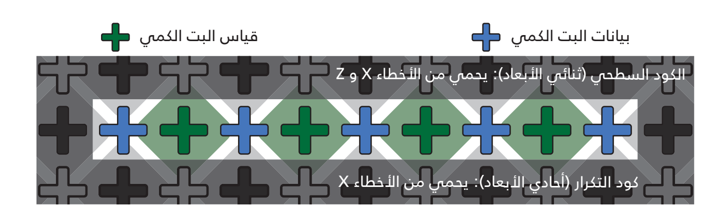
فيزياء كَمِّيَّة

علامة فارقة بمسار تصحيح الأخطاء الكَمِّيَّة

إن الأطوار الكمية هشة وسهلة التدمير، وهو ما يشكل عقبة رئيسة بالحوسبة الكمية. ومن الممكن أن يخفف تصحيح الخطأ الكمي من تلك المشكلة، عن طريق تحديد وتصحيح الأخطاء الكمية المستحثة بيئيًّا. يَعرِض الباحثون جوانب تصحيح الخطأ الكمي بمنظومة بتات كمية فائقة التوصيل، حيث تتبعوا أخطاء النقر البِّتي bit-flip، وأداروها؛ للحد من معدن الفشل، وذلك باستخدام القياسات الكمية المتكررة غير الهدّامة. هذا.. ويحسن رفع حجم المنظومة من خمسة إلى تسعة بتات كمية من معدل الفشل. ويبين الباحثون أن رفع التعقيد الكودي يعزِّز الدقة. وعلى الرغم من أن العديد من التطورات لا تزال ضرورية لمخططات تصحيح الخطأ الكمي لتصبح قابلة للتطبيق بحاسوب كَمِّي ضخم، إلا أن هذا العمل يعد خطوة مهمة في ذلك الاتجاه.

State preservation by repetitive error detection in a superconducting quantum circuit
J Kelly *et al*
doi:10.1038/nature14270

الشكل أسفله | كود التكرار: الأداة والخوارزمية. كود التكرار هو متغاير أحادي البعد (1D) للكود السطحي، قادر على الحماية ضد الأخطاء من النوع X (التقلب البتي). يتم تنفيذ الكود باستخدام نمط متناوب من البيانات وقياس البتات الكمية.



علم السرطان

دور محتمَل مضاد للوكيميا

يتحكم الجين المختلط *BCR-ABL* في عديد من سرطانات الدم النقوية المزمنة (CMLs) وسرطانات الدم الليمفاوية الحادة (ALLs) . لذا.. فقد أحدث استهداف الجين المختلط *BCR-ABL* بمثبطات كينيز انتقائية ثورةً في علاج سرطان الدم النقوي المزمن، لكن المرضى غالبًا ما يطوِّرون مقاومة ـ في كثير من الأحيان ـ بسبب الطفرات الثانوية في الجين المختلط *BCR-ABL*. ومن خلال هذا المسح واسع النطاق للأدوية المعتمَدة المضادة للسرطان ـ أو التي ما زالت قيد التحقق ـ في الخلايا الأولية من سرطان الدم النقوي المزمن، ومرضى سرطان الدم الليمفاوي الحاد، حدَّد كريستر فينيربيرج وزملاؤه مركب "أكسيتينيب" axitinib، وهو مثبط عديد الكينيز، المعتمد لعلاج سرطان الكلي، نتيجة لنشاطه في خلايا مرضى سرطان الدم النقوي المزمن ومرضى سرطان الدم الليمفاوي الحاد، بما في ذلك الخلايا التي تحتوي على طفرات مقاومة ثانوية. في أحد مرضى سرطان الدم النقوي المزمن، الذين استنفدوا جميع خيارات العلاج الأخرى، أظهر الأكسيتينيب المستحث مستويات منخفضة من نسخ الجين المختلط *BCR-ABL*. تبيِّن هذه النتائج الإكلينيكية الأولية إمكانية تطويع عقارات متوفرة بالفعل في علاج أنواع سرطان إضافية.

Axitinib effectively inhibits BCR-ABL1(T315I) with a distinct binding conformation
T Pemovska *et al*
doi:10.1038/nature14119

كيمياء حيوية

الآثار الضارة للمستحلبات الغذائية

العوامل غير الوراثية هي عوامل مساهِمة مهمة في الآلية الإمراضية التي تظهر في حالات الالتهابات، مثل مرض التهاب الأمعاء، ومتلازمة الأيض. وجد الباحثون أن الفئران التي تتبع نظامًا غذائيًّا يحتوي على عامل استحلاب تطوِّر التهابًا بدرجة منخفضة، وتصاب بالسمنة ومتلازمة الأيض. ترتبط هذه الظروف مع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

انخفاض في المسافة الظهارية (القناة الهضمية لمجهريات البقعة المعوية، من خلال انحلال طبقات المخاط)، وتكوين الأنواع المحورة، واحتمال الإصابة بالالتهابات. وعوامل الاستحلاب هي مضافات غذائية شائعة في غذاء الإنسان. وتشير هذه النتائج إلى أن هناك ما يبرر مواصلة البحث في تأثيرها المحتمل على القناة الهضمية، وصحة البشر.

Dietary emulsifiers impact the mouse gut microbiota promoting colitis and metabolic syndrome

B Chassaing *et al*

doi:10.1038/nature14232

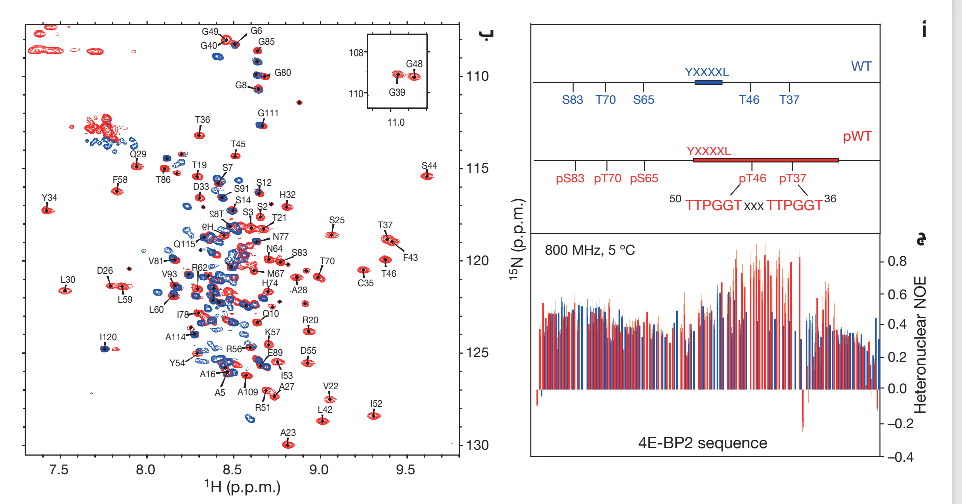
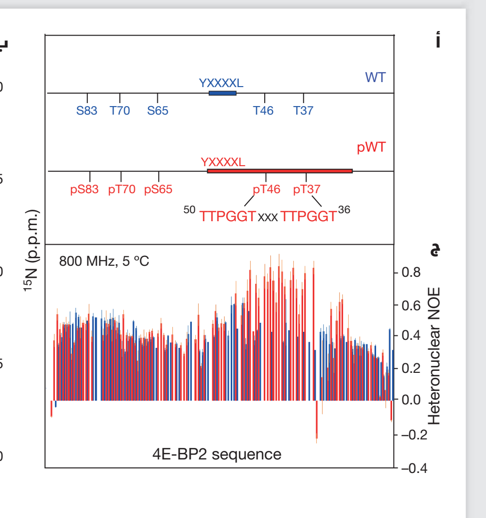
تفاعل الأكتين الخيطي والتروبوميوسين

يُعتبر الأكتين الخيطي (F-actin) - وهو مكوِّن أساسي للهيكل الخلوي - البروتين الرئيس في تركيب الخيوط الرقيقة بالعضلات. يقيِّد البروتين الحركي ميوسين بالأكتين الخيطي عن طريق بروتين آخر يُسمى التروبوميوسين، يقيَّد أيضًا إلى الأكتين الخيطي في العضلات الملساء والخلايا غير العضلية، لتحقيق استقرار وتنظيم هذه الخيوط. وباستخدام مجهر إلكترون تبريد العينة، حصل ستيفان رونسير وزملاؤه على أول بِنْيَة ثلاثية الأبعاد من الأكتين الخيطي عالية الاستبانة، في صورته كمركب مع التروبوميوسين. تكشف البِنْيَة عن التفاعلات التي تحقق استقرار الأكتين الخيطي، وتُلْقِي الضوء على التأثير المحتمل للطفرات المسبِّبة لأمراض معروفة. تكشف المقارنة بين بِنْيَة الأكتين الخيطي والبنية البلورية لمركب الجزئ الواحد أكتين-جي (G-actin) عن تغييرات في الترتيب الجزيئي، مرتبطة بتشكيل الخيوط.

Structure of the F-actin–tropomyosin complex

J Ecken *et al*

doi:10.1038/nature14033

فسيولوجيا

دور تنظيمي لبروتين مشوّه

تفشل البروتينات المشوَّهة (IDPs) في اعتماد بِنْيَة ثابتة ثلاثية الأبعاد في الظروف الفسيولوجية، لكنْ لها أدوار مهمة في العمليات الخلوية، مثل النسخ، والترجمة. وغالبًا ما تتفاعل هذه البروتينات مع أهدافها من خلال "الطي عند التقييد" لشرائح بروتين صغيرة، مثل موتيف YXXXXLΦ في بقايا 54 – 60 لـ4E-BP2، الذي يقيد إلى eIF4E، وهو منظم للبدء في الترجمة. وتُظهِر جولي فورمان-كاي وزملاؤها أن فسفرة4E-BP2 كامل الطول في بقايا T37 وT46 تستحث الانتقال من حالة التشوه إلى الحالة المنظَّمة للجزء البعيد T19-R62، الذي يدفن ببتيد 60-YXXXXLΦ-54 في جديلة بيتا (β). يُعتبر الطيّ المستحث بالفسفرة للبروتينات المشوهة من أجل عزل مواقع الربط نموذجًا عامًّا جديدًا محتملًا لتنظيم نقل الإشارة، مع تطبيقات ممكنة في علاج السرطان، واضطرابات طيف التوحد.

Folding of an intrinsically disordered protein by phosphorylation as a regulatory switch

A Bah *et al*

doi:10.1038/nature13999

الشكل أعلاه | تأثير الفسفرة على الخصائص البنيوية والديناميَّة لـ4E- BP2 . أ، تمثل تخطيط لـ4E- BP2 يبين المواضع النسبية لمواقع الفسفرة، وموقع التقييد المعياري لـ eIF4E (شريط أزرق سميك) والمنطقة التي تخضع للطي المستحث بالفسفرة (شريط أحمر سميك). **ب، ج**، تراكب (**ب**) من أطياف الارتباط مفرد الكم النووي المغاير (HSQC) لـ $^{1}H–^{15}N$ و (**ج**) قيم تأثير أوفرهوزر النووي (NOE) لـ$^{1}H–^{15}N$ عند 800 ميجاهرتز، و5° درجة مئوية للنوع البرى غير المفسفر (الأزرق) وللنوع البرى المفسفر (الأحمر)، على التوالي. تمثل البيانات المفقودة البرولينات والبقايا المتداخلة بشدة/ والضعيفة ليتم تقديرها كميا بدقة. وتستند الأخطاء (الانحرافات المعيارية) حول القيم المتوسطة على تكرارات متعددة (n=3) للتجربة.

وتبيِّن تلك الدراسة ـ اعتمادًا على بيانات رصدية قادمة من شبكة كثيفة من الغابات المدروسة بحوض الأمازون ـ أن الجفاف الشديد يقمع امتصاص الكربون الضروري للبناء الضوئي وتنفس النباتات. ورغم ذلك.. فإن نمو النبات يستمر، مما يشير إلى وجود كربون أقل متاح للحفاظ على أنسجة الأشجار والدفاع عنها، وهو ما قد يفسر الارتفاع الملحوظ في معدل موت الأشجار، الذي يتبع الجفاف.

Drought impact on forest carbon dynamics and fluxes in Amazonia

C Doughty *et al*

doi:10.1038/nature14213

علم الفيروسات

مثبطات دخول HIV-1 فيما يشبه اللقاح

تصف هذه الدراسة فئة جديدة من مثبطات دخول فيروس نقص المناعة البشرية-1، يمكن نقلها من خلال ناقل علاج جيني، من أجل توفير بديل فعال للقاحات التقليدية. ولدخول الخلايا، يقيد فيروس نقص المناعة البشرية-1 أولًا مستقبله الخلوي CD4، ثم المستقبِل المساعد CCR5، أو CXCR5. يتكون مثبط الدخول الجديد من CD4-Ig مندمج مع سولفوببتيد محاكٍ لـCCR5. هذا الاندماج المسمى eCD4-Ig يرتبط ببروتين غلاف فيروس نقص المناعة البشرية-1، ويثبط نشاطه بشكل نهائي. يُظْهِر مايكل فرزان وزملاؤه أن هذا المثبط لديه قوة استثنائية واسعة النطاق، ويمكنه تحييد نسبة 100% من فيروسات نقص المناعة البشرية-1 المقاوِمة. وعند تزويد قرود المكاك بهذه المثبطات عن طريق استخدام فيروس غُدِّي، يمكنه حمايتها من تحديات متعددة يمثلها الفيروس.

AAV-expressed eCD4-Ig provides durable protection from multiple SHIV challenges

M Gardner *et al*

doi:10.1038/nature14264

عِلْم البيئة

تأثير الجفاف قصير الأجل على الغابات

ما زالت الآليات الكامنة التي تحدِّد استجابة النظم البيئية للغابات الاستوائية للجفاف غير واضحة.

خــرائــط الـعِـلْم

هناك أدوات سهلة الاستخدام، تتيح للباحثين رسم الخرائط؛ من أجل تمثيل البيانات الجغرافية بصريًّا.

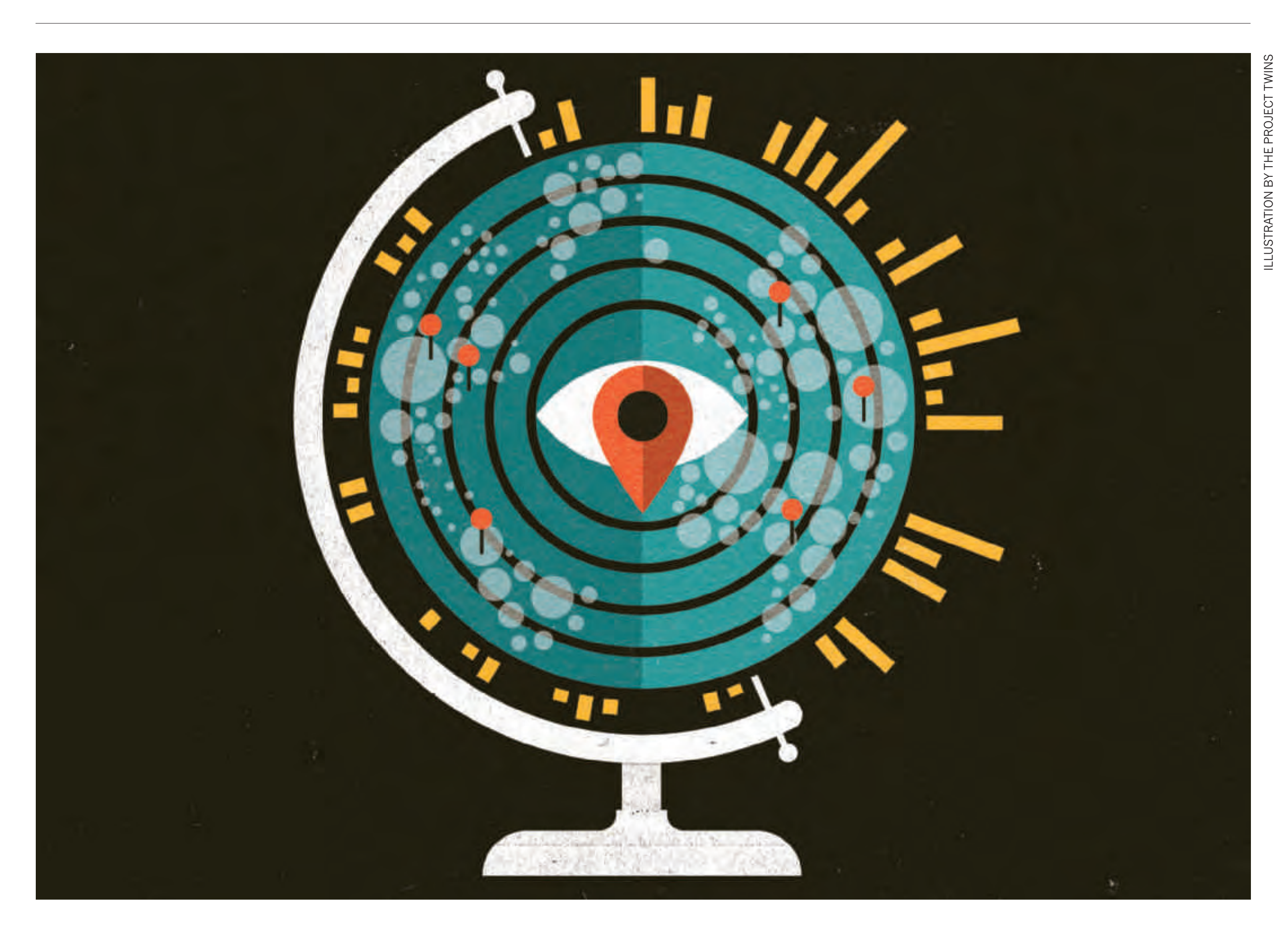


ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

مارك زاسترو

عندما تطوف عالمة اللغويات لورين جاون بأودية نيبال، لتوثيق اللغات التِّبتيّة المهدَّدة بالانقراض، تأخذ على عاتقها معاناة تحديد المنشأ الجغرافي لكل لهجة. أمّا عندما يأتي الأمر إلى إنتاج خرائط تمثل نتائجها؛ نجد أنها لم تنجح سوى في تكوين نماذج بدائية، إلى حد ما.

تقول: "كانت خرائطي القديمة مُصممة باستخدام برنامج "الرسام" فوق خرائط ذات حقوق طبع ونشر، لم يكُن من الواجب عليّ حقًّا استخدامها". أرادت فيما بعد تجربةَ أمر آخر لم يكُن أفضل كثيرًا، إذ تقول: "كانت أمي تقوم بشَفّ الخريطة من الأطلس، حتى أمتلك شيئًا أوضح قليلًا للعمل عليه". وبعد ذلك خاضت التجربة الثالثة؛ باستخدام "جوجل إيرث"، ووضع الدبابيس عليها، حيث كان حلًّا غير متخصص، وقبيحًا، وبدا بشعًا في برنامج "باور بوينت".

لذا.. ففي عام 2013، تشبَّثَتْ بفرصة الانضمام إلى ورشة عمل عن رسم الخرائط وتمثيل البيانات بجامعة ملبورن في أستراليا، حيث كانت تدرس للحصول على درجة الدكتوراة. وهناك اكتشفت "تايل ميل" TileMill، برنامجًا مجانيًّا، ومفتوح المصدر، تم تصميمه بواسطة شركة "ماب بوكس" Mapbox، التي تمتلك مكاتب في سان فرانسيسكو، وكاليفورنيا، وواشنطن العاصمة. ويسمح البرنامج للمستخدمين بإنشاء خرائط من البيانات التي تخصّهم، ومن قواعد بيانات الخرائط الجاهزة المتوافرة على شبكة الإنترنت.

يُعتبر برنامج "تايل ميل" أداة واحدة فقط في المجال الصاعد لرسم الخرائط المتخصصة؛ حيث أدّت مجموعة من التقنيات مفتوحة المصدر والشركات الناشئة إلى توفير المزيد من الأدوات للباحثين والهواة. هذه الأدوات هي أكثر سهولة بالنسبة إلى المبتدئين، مقارنة بأدوات نُظم المعلومات الجغرافية التقليدية (GISs) التي استخدمها الجغرافيون لفترة طويلة في تحليل مجموعات البيانات الجغرافية المكانية. كما تسمح لغير المتخصصين بمعالجة وتمثيل ومشارَكة بياناتهم بسهولة بصيغ تماثِل خرائط "جوجل" في قابلية التصفح، لكن مع قَدْر أكبر من القوة والمرونة. تقول جاون، التي تعمل حاليًّا بجامعة نانيانج التكنولوجية في سنغافورة: "تايل ميل يسمح لك بالسيطرة الكاملة على بياناتك، فمن أنماط الخطوط والتحكم في المسافات البينية، حتى المسافات بين الأحرف، يمكنني حقًّا التعامل مع كل المتغيرات بسهولة شديدة".

حتى وقت قريب، كانت شركة "جوجل" ـ التي يقع مقرها في ماونتن فيو، كاليفورنيا ـ تمتلك أكبر حصة في هذا المجال، موفِّرة العديد من الطرق؛ للوصول إلى خرائطها، ◄

> **NATURE.COM**
> لمزيد من المعلومات حول البرامج العلمية، والتطبيقات وأدوات الإنترنت، قم بزيارة:
> nature.com/toolbox

وتزيينها، عن طريق واجهات برمجة التطبيقات (APIs). ومع نمو الطلب، بدأت الشركة التكنولوجية العملاقة في تحديد الوصول العام إلى واجهات برمجة التطبيقات الخاصة بها في عام 2011، وهذا ما سمح بازدهار الأدوات مفتوحة المصدر الأكثر تعقيدًا، كما يقول أوليفر أوبراين، الجغرافي بكلية لندن الجامعية. وحاليًّا، توجد مجموعة من الشركات الناشئة، تعتمد في جوهرها على تقنيات مفتوحة المصدر، تقدِّم منصّات عرض، يقول عنها الكثيرون إنها تخطَّت عروض "جوجل".

يقول خافيير دي لا تور، المؤسس والمدير التنفيذي الحالي لإحدى الشركات الصاعدة المنافِسة لـ"جوجل"، وهي شركة "كارتو دي بي" CartoDB في مدينة نيويورك: "نجحت "جوجل" حقًّا في إتاحة الخرائط على شبكة الإنترنت، لكن ما لم تتوقعه كان حدوث هذه الزيادة الكبيرة في أدوات تصميم الخرائط".

المشهد الجديد لرسم الخرائط

في عام 2011، كان دي لا تور أحد أفراد فريق بحثي متخصص في معلوماتية التنوع الحيوي، وكانت المجموعة تبحث عن منصة تعمل على شبكة الإنترنت؛ لتصميم خريطة تمثل كل الأنواع الحية المعروفة على الكوكب. قال دي لا تور: "لم تكن هناك تقنية للقيام بذلك"، حيث لم تستطع أي أداة التعاملَ مع هذا الكَمّ من البيانات، ولا تمثيل كيفية تغيُّرها مع الوقت.

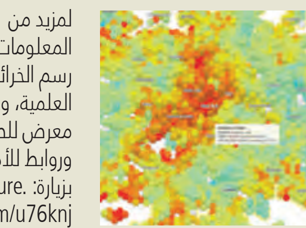
قرر الباحثون تطوير الأداة بأنفسهم، وقاموا بتصميم ما أصبح بعد ذلك المنصة مفتوحة المصدر "كارتو دي بي". وتقدِّم الشركة خُططًا مجانية ومدفوعة؛ لاستضافة وتمثيل البيانات من خلال موقعها على الإنترنت. وخلافًا لبرنامج "تايل ميل"، الذي يستهدف ـ بشكل أساسي ـ رسم وتصميم خرائط ثابتة، فإن "كارتو دي بي" يتخصص في تمثيل طبقات ديناميكية من البيانات فوق خرائط تحتية. ويمكن للمستخدمين دفع بياناتهم الجغرافية إلى واجهة "كارتو دي بي" المستندة إلى الويب، وبعد ذلك يقومون بتنقية أو حشد نقاط البيانات، وتغيير لون أو حجم الرموز، أو تحويلها إلى بيانات متحركة. "يدعوك برنامج كارتو دي بي لأنْ يكون المستضيفَ الدائم لبياناتك"، كما يقول ستيف بينيت، وهو تقني ذو توجُّه بحثي في جامعة ملبورن، ويتعلم رسم الخرائط من خلال حضور ورشات عمل، من بينها تلك التي حضرتها جاون.

أمّا بيتر ديسمت، الذي يتعاون مع فريق بحثي يتعقب الطيور في معهد الأبحاث للطبيعة والغابات في بروكسل، فكان زميلًا لـ"دي لا تور"، وأصبح أحد أوائل المستخدمين لبرنامج "كارتو دي بي". ويقول: "لم أكن أبدًا شخصًا يستطيع التعامل مع بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية نظريًّا"، ولكن من خلال برنامج "كارتو دي بي"، "يُمكنك إنشاء تمثيل بياني حرفيًّا في دقائق، وعرضه على الإنترنت لمشارَكته". ويقول أيضًا إن إمكانية إرسال رابط للخريطة على الإنترنت يجعل الإشارة إلى المسائل المتعلقة بجودة البيانات بين الزملاء أسرع.

يتميز برنامج "كارتو دي بي" باختياراته للخرائط التحتية، التي تتراوح بين الجيوسياسية، وتنسيق صور الأقمار الصناعية المألوفة، إلى الخرائط العصرية ذات اللون الأبيض والأسود، أو حتى تلك التي تحمل سمات الأقلام الرصاص، أو الألوان المائية. بعضها تم إنتاجه بواسطة شركة "ماب بوكس"، مصمِّمة برنامج "تايل ميل"، الذي يتفاخر بقائمة عُملاء مؤسساتية وإعلامية مُتزايدة، وفي كثير من الحالات.. يحل محلّ "جوجل" في "معركة الخرائط التحتية" المتصاعدة.

أصدرت شركة "ماب بوكس" برنامج "تايل ميل" لأول مرة في عام 2011. وأخذ الفريق برنامجًا قويًّا مفتوح المصدر، لكنّه على قَدْر من التعقيد، يُسمى "ماب نِك" Mapnik، وقام ببناء واجهة استخدام سهلة له، بالإضافة إلى لغة تنسيق بسيطة، "كارتو سي إس إس" CartoCSS، لتغيير شكل الخرائط.

المزيد على الموقع



لمزيد من المعلومات حول رسم الخرائط العلمية، وعن معرض للصور وروابط للأدوات، قم بزيارة: go.nature.com/u76knj

يقول بينيت: "قام برنامج "تايل ميل" بتغيير قواعد اللعبة بالفعل"، حيث سمح لغير المتخصصين بإنتاج خرائط ذات مظهر احترافي (للنشر كصور ثابتة، أو لاستخدامها كخرائط تحتية في أدوات التمثيل الأخرى)، دون الحاجة إلى برامج نظم معلومات جغرافية معقدة.

لا يزال المشهد يتحول سريعًا، حيث أعلنت شركة "جوجل" في يناير الماضي أنها ستغلق بعض صور الخدمات المميزة والمدفوعة من "خرائط جوجل"، وأنها ستركز على واجهة برمجة التطبيقات الأساسية الخاصة بها. ورَدًّا على ذلك.. قدّمت شركة "كارتو دي بي" الأدوات اللازمة؛ لمساعدة المستخدمين على تحويل بياناتهم إليها، وذلك في الوقت الذي لا زالت تسمح لهم فيه بدمج واجهات برمجة التطبيقات الخاصة بـ"جوجل". ومن جانبها، قامت شركة "ماب بوكس" بنقل جهود التطوير من برنامج "تايل ميل" إلى بديله المرتقَب، "ماب بوكس ستوديو" Mapbox Studio.

إنّ تكلفة تخزين البيانات هي حجر عثرة محتمَل في طريق العلماء الذين يمتلكون مجموعات بيانات كبيرة. وعلى الرغم من أن تطبيق "كارتو دي بي" مفتوح المصدر، إلا أن ملاءمته ترجع ـ بصورة كبيرة ـ إلى أنه يتم استخدامه من خلال خدمات الويب المُستضافة بواسطة الشركة نفسها. وتقدِّم الشركة مساحة تخزين قدرها 75 ميجا بايت مجانًا. أمّا من أجل تخزين أكثر من 1 جيجابايت من البيانات، فإن السعر يرتفع بسرعة إلى مئات الدولارات شهريًّا. كما تطلب "كارتو دي بي" ثمنًا للاحتفاظ بالبيانات والخرائط بصورة خاصة على الموقع. يقول بينيت: "لقد كانت لدينا مشكلات حقيقية.. فإذا كنتَ طالب دكتوراة بدون أي تمويل، فإن هذا الأمر لن يناسبك". وتقدم "ماب بوكس" نموذج تسعير مماثلًا لاستضافة الخرائط على خوادمها، على الرغم من أن برنامج "تايل ميل" نفسه يمكِن تحميله بصورة مجانية. ورغم ذلك.. تعمل "كارتو دي بي" مع أكاديميين؛ من أجل إيجاد حلول، كما يقول دي لا تور، حيث تُعطي مِنَحًا تصل إلى 3,500 دولار أمريكي للباحثين في تداعيات التغير المناخي، تقديرًا للاهتمامات البيئية للشركة.

يمكن للمستخدمين المتقدمين عمل سلسلة متشابكة من هذه الأدوات.. فعلى سبيل المثال.. يمكن إنشاء خريطة تحتية باستخدام برنامج "تايل ميل"، وطبقات بيانات باستخدام "كارتو دي بي"، ثم يتم تغليف ذلك بواجهة إنترنت باستخدام "ليف لِت" Leaflet، وهي حزمة تمثيل بيانية متلائمة مع الأجهزة المحمولة، وتعمل على الجافاسكريبت الخاص بالبرنامج، وتنسجم مع حزم التمثيل الأخرى، مثل "دي ثري" D3. وقد قام دنكان سميث ـ الجغرافي في كُلية لندن الجامعية ـ بعمل واحدة من هذه التركيبات، ألا وهي خريطة على الإنترنت تَحمِل بيانات تعداد السكان في المملكة المتحدة، أطلق عليها "لومينو سيتي" LuminoCity، وتَستخدِم "ليف لِت" لعرض بيانات الخريطة فوق خريطة تحتية مصمَّمة ببرنامج "تايل ميل"، بالإضافة إلى أحد بدائل D3، الذي يُسمى "دِمبل" Dimple؛ من أجل عرض رسوم بيانية للبيانات على الشاشة.

DUNCAN A. SMITH, CASA UCL

مراكز تخزين

يُشير ديسميت إلى أنه بإمكان الباحثين أيضًا تخزين مجموعات البيانات الخاصة بهم في حساب "كارتو دي بي"، ثم الوصول إليها (باستخدام لغة قواعد البيانات شائعة الاستخدام SQL)؛ من أجل تطبيقات إنترنت أخرى. وفي أحد المشروعات، قام باستخدام D3 ببناء خريطة تُظْهِر مُشاهَدات راداريّة لهجرة الطيور على شكل مُنحنيات تتدفق مثل الرياح. وتم تخزين الكود المصدري في مستودع على "جِت هَب" GitHub، لكن الخريطة تسحب البيانات العلمية من حساب "كارتو دي بي" الخاص به.

على الرغم من التعقيد البصري لهذه الأدوات، إلا أن مستوى التحليل الحسابي الذي توفره محدود. وبعد استخدام هذه البرامج في تعلُّم المفاهيم الأساسية، يمكن للباحثين الانتقال إلى استخدام منصات نظم معلومات جغرافية أكثر قوة، حيث يَستخدِم علماء كثيرون ـ من بينهم أولئك الذين يشاركون في إقرار السياسات العامة، مثل التخطيط الحضري، وتحليل الأزمات ـ "أرك جي آي إس" arcGIS، وهي حزمة من المنتجات، تقوم عليها شركة "إسري" Esri، التي يقع مقرها في ريدلاندز، كاليفورنيا. وهناك أيضًا بديل مفتوح مصدر، يُسمى "كيو جي آي إس" QGIS، وهو مشروع لمؤسسة الجيولوجيا المكانية مفتوحة المصدر Open Source Geospatial Foundation.

يشير جيمس ديفنبورت ـ من جامعة واشنطن بسياتل ـ إلى أن الباحثين الذين يقومون بالفعل بكتابة كود ـ كجزء من عملهم ـ يمكنهم استخدام لغات برمجة معينة، مثل "بايثون"، و"آر"، اللتين تمتلكان بالفعل حِزَمًا قوية لرسم الخرائط، رُبما لا يعرف عنها المستخدمون شيئًا. ويقول أيضًا: "إن علماء الفلك كثيرًا ما ينتهي بهم المطاف بالحَطّ من شأن برمجيات التمثيل العلمي لعمل الخرائط". وهو يستخدم الآن حزمة بايثون "مات بلوت ليب" matplotlib، جنبًا إلى جنب مع بقية أدواته التحليلية المرتكِزة على "بايثون"؛ من أجل إسقاط مُشاهَدات الأشعة تحت الحمراء الخاصة به على خرائط للسماء.

وحتى أولئك الباحثين الذين لا يفضلون التعامل مع الأكواد، يمكنهم إنجاز الكثير بمساعدة "كارتو دي بي"، و"تايل ميل"، وهذا "لا يحتِّم عليك أن تكون لائقًا تقنيًّا بصورة خاصة" كما تقول جاون، التي أنتجت خرائط للغات التِّبتيّة لأطروحتها باستخدام برنامج "تايل ميل"، وتقوم الآن بتدريس ورشات عمل في رسم الخرائط بنفسها، وتستطرد قائلة: "يجب عليك ألّا تخاف من المحاولة". ■

مارك زاسترو كاتب علمي في سيول. وقد أرسل هذا المقال من العاصمة واشنطن.

توضيح

لم توضح القصة المنشورة بقسم "صندوق الأدوات" في عدد فبراير الماضي (*Nature* **517**, 109–110; 2015) السبب الذي دفع رابح مور إلى التوقف عن التدريب على لغة (الآر R)؛ حيث كان يعمل على كتابة ورقة بحثية، تمهيدًا لنشرها.

صندوق الأدوات

خــرائـط الـعِلْم

هناك أدوات سهلة الاستخدام، تتيح للباحثين رسم الخرائط؛ من أجل تمثيل البيانات الجغرافية بصريًّا.

ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS



مارك زاسترو

عندما تطوف عالمة اللغويات لورين جاون بأودية نيبال، لتوثيق اللغات التِّبتيّة المهدَّدة بالانقراض، تأخذ على عاتقها معاناة تحديد المنشأ الجغرافي لكل لهجة. أمّا عندما يأتي الأمر إلى إنتاج خرائط تمثل نتائجها؛ نجد أنها لم تنجح سوى في تكوين نماذج بدائية، إلى حد ما.

تقول: "كانت خرائطي القديمة مُصممة باستخدام برنامج "الرسام" فوق خرائط ذات حقوق طبع ونشر، لم يكُن من الواجب علي حقًّا استخدامها". أرادت فيما بعد تجربةَ أمر آخر لم يكُن أفضل كثيرًا، إذ تقول: "كانت أمي تقوم بشَقّ الخريطة من الأطلس، حتى أمتلك شيئًا أوضح قليلًا للعمل عليه". وبعد ذلك خاضت التجربة الثالثة؛ باستخدام "جوجل إيرث"، ووضع الدبابيس عليها، حيث كان حلًّا غير متخصص، وقبيحًا، وبدا بشعًا في برنامج "باور بوينت".

لذا.. ففي عام 2013، تشبَّثَتْ بفرصة الانضمام إلى ورشة عمل عن رسم الخرائط وتمثيل البيانات بجامعة ملبورن في أستراليا، حيث كانت تدرس للحصول على درجة الدكتوراة. وهناك اكتشفت "تايل ميل" TileMill، برنامجًا مجانيًّا، ومفتوح المصدر، تم تصميمه بواسطة شركة "ماب بوكس" Mapbox، التي تمتلك مكاتب في سان فرانسيسكو، وكاليفورنيا، وواشنطن العاصمة. ويسمح البرنامج للمستخدمين بإنشاء خرائط من البيانات التي تخصّهم، ومن قواعد بيانات الخرائط الجاهزة المتوافرة على شبكة الإنترنت.

يُعتبر برنامج "تايل ميل" أداة واحدة فقط في المجال الصاعد لرسم الخرائط المتخصصة؛ حيث أدّت مجموعة من التقنيات مفتوحة المصدر والشركات الناشئة إلى توفير المزيد من

NATURE.COM
لمزيد من المعلومات حول البرامج العلمية، والتطبيقات وأدوات الإنترنت، قم بزيارة:
nature.com/toolbox

الأدوات للباحثين والهواة. هذه الأدوات هي أكثر سهولة بالنسبة إلى المبتدئين، مقارنة بأدوات نُظم المعلومات الجغرافية التقليدية (GISs) التي استخدمها الجغرافيون لفترة طويلة في تحليل مجموعات البيانات الجغرافية المكانية. كما تسمح لغير المتخصصين بمعالجة وتمثيل ومشارَكة بياناتهم بسهولة بصيغ تماثِل خرائط "جوجل" في قابلية التصفح، لكن مع قَدْر أكبر من القوة والمرونة.

تقول جاون، التي تعمل حاليًّا بجامعة نانيانج التكنولوجية في سنغافورة: "تايل ميل يسمح لك بالسيطرة الكاملة على بياناتك، فمن أنماط الخطوط والتحكم في المسافات البينية، حتى المسافات بين الأحرف، يمكنني حقًّا التعامل مع كل المتغيرات بسهولة شديدة".

حتى وقت قريب، كانت شركة "جوجل" ـ التي يقع مقرها في ماونتن فيو، كاليفورنيا ـ تمتلك أكبر حصة في هذا المجال، موفِّرة العديد من الطرق؛ للوصول إلى خرائطها، ◄

وتزيينها، عن طريق واجهات برمجة التطبيقات (APIs).

ومع نمو الطلب، بدأت الشركة التكنولوجية العملاقة في تحديد الوصول العام إلى واجهات برمجة التطبيقات الخاصة بها في عام 2011، وهذا ما سمح بازدهار الأدوات مفتوحة المصدر الأكثر تعقيدًا، كما يقول أوليفر أوبراين، الجغرافي بكلية لندن الجامعية. وحاليًّا، توجد مجموعة من الشركات الناشئة، تعتمد في جوهرها على تقنيات مفتوحة المصدر، تقدِّم منصّات عرض، يقول عنها الكثيرون إنها تخطَّت عروض "جوجل".

يقول خافيير دي لا تور، المؤسس والمدير التنفيذي الحالي لإحدى الشركات الصاعدة المنافِسة لـ"جوجل"، وهي شركة "كارتو دي بي" CartoDB في مدينة نيويورك: "نجحت "جوجل" حقًّا في إتاحة الخرائط على شبكة الإنترنت، لكن ما لم تتوقعه كان حدوث هذه الزيادة الكبيرة في أدوات تصميم الخرائط".

المشهد الجديد لرسم الخرائط

في عام 2011، كان دي لا تور أحد أفراد فريق بحثي متخصص في معلوماتية التنوع الحيوي، وكانت المجموعة تبحث عن منصة تعمل على شبكة الإنترنت؛ لتصميم خريطة تمثل كل الأنواع الحية المعروفة على الكوكب. قال دي لا تور: "لم تكن هناك تقنية للقيام بذلك"، حيث لم تستطع أي أداة التعاملَ مع هذا الكَمّ من البيانات، ولا تمثيل كيفية تغيُّرها مع الوقت.

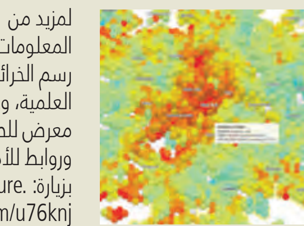
قرر الباحثون تطوير الأداة بأنفسهم، وقاموا بتصميم ما أصبح بعد ذلك المنصة مفتوحة المصدر "كارتو دي بي". وتقدِّم الشركة خُطَطًا مجانية ومدفوعة؛ لاستضافة وتمثيل البيانات من خلال موقعها على الإنترنت. وخلافًا لبرنامج "تايل ميل"، الذي يستهدف ـ بشكل أساسي ـ رسم وتصميم خرائط ثابتة، فإن "كارتو دي بي" يتخصص في تمثيل طبقات ديناميكية من البيانات فوق خرائط تحتية. ويمكن للمستخدمين دفع بياناتهم الجغرافية إلى واجهة "كارتو دي بي" المستندة إلى الويب، وبعد ذلك يقومون بتنقية أو حشد نقاط البيانات، وتغيير لون أو حجم الرموز، أو تحويلها إلى بيانات متحركة. "يدعوك برنامج كارتو دي بي لأنْ يكون المستضيفَ الدائم لبياناتك"، كما يقول ستيف بينيت، وهو تقني ذو توجُّه بحثي في جامعة ملبورن، ويتعلم رسم الخرائط من خلال حضور ورشات عمل، من بينها تلك التي حضرتها جاون.

أمّا بيتر ديسمت، الذي يتعاون مع فريق بحثي يتعقب الطيور في معهد الأبحاث للطبيعة والغابات في بروكسل، فكان زميلًا لـ"دي لا تور"، وأصبح أحد أوائل المستخدمين لبرنامج "كارتو دي بي". ويقول: "لم أكن أبدًا شخصًا يستطيع التعامل مع بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية نظريًّا"، ولكن من خلال برنامج "كارتو دي بي"، "يُمكنك إنشاء تمثيل بياني حرفيًّا في دقائق، وعرضه على الإنترنت لمشارَكته". ويقول أيضًا إن إمكانية إرسال رابط للخريطة على الإنترنت يجعل الإشارة إلى المسائل المتعلقة بجودة البيانات بين الزملاء أسرع.

يتميز برنامج "كارتو دي بي" باختياراته للخرائط التحتية، التي تتراوح بين الجيوسياسية، وتنسيق صور الأقمار الصناعية المألوفة، إلى الخرائط العصرية ذات اللون الأبيض والأسود، أو حتى تلك التي تحمل سمات الأقلام الرصاص، أو الألوان المائية. بعضها تم إنتاجه بواسطة شركة "ماب بوكس"، مصمِّمة برنامج "تايل ميل"، الذي يتفاخر بقائمة عُملاء مؤسساتية وإعلامية مُتزايدة، وفي كثير من الحالات.. يحلّ محلّ "جوجل" في "معركة الخرائط التحتية" المتصاعدة.

أصدرت شركة "ماب بوكس" برنامج "تايل ميل" لأول مرة في عام 2011. وأخذ الفريق برنامجًا قويًّا مفتوح المصدر،

المزيد على الموقع



لمزيد من المعلومات حول رسم الخرائط العلمية، وعن معرض للصور وروابط للأدوات، قم بزيارة: go.nature.com/u76knj

لكنّه على قَدْر من التعقيد، يُسمى "ماب نِك" Mapnik، وقام ببناء واجهة استخدام سهلة له، بالإضافة إلى لغة تنسيق بسيطة، "كارتو سي إس إس" CartoCSS، لتغيير شكل الخرائط.

يقول بينيت: "قام برنامج "تايل ميل" بتغيير قواعد اللعبة بالفعل"، حيث سمح لغير المتخصصين بإنتاج خرائط ذات مظهر احترافي (للنشر كصور ثابتة، أو لاستخدامها كخرائط تحتية في أدوات التمثيل الأُخرى)، دون الحاجة إلى برامج نظم معلومات جغرافية معقدة.

لا يزال المشهد يتحول سريعًا، حيث أعلنت شركة "جوجل" في يناير الماضي أنها ستغلق بعض صور الخدمات المميزة والمدفوعة من "خرائط جوجل"، وأنها ستركز على واجهة برمجة التطبيقات الأساسية الخاصة بها. وردًّا على ذلك.. قدّمت شركة "كارتو دي بي" الأدوات اللازمة؛ لمساعدة المستخدمين على تحويل بياناتهم إليها، وذلك في الوقت الذي لا زالت تسمح لهم فيه بدمج واجهات برمجة التطبيقات الخاصة بـ"جوجل". ومن جانبها، قامت شركة "ماب بوكس" بنقل جهود التطوير من برنامج "تايل ميل" إلى بديله المرتقَب، "ماب بوكس ستوديو" Mapbox Studio.

إنّ تكلفة تخزين البيانات هي حجر عثرة محتمَل في طريق العلماء الذين يمتلكون مجموعات بيانات كبيرة. وعلى الرغم من أن تطبيق "كارتو دي بي" مفتوح المصدر، إلا أن ملاءمته ترجع ـ بصورة كبيرة ـ إلى أنه يتم استخدامه من خلال خدمات الويب المُستضافة بواسطة الشركة نفسها. وتقدِّم الشركة مساحة تخزين قدرها 75 ميجا بايت مجانًا. أمّا من أجل تخزين أكثر من 1 جيجابايت من البيانات، فإن السعر يرتفع بسرعة إلى مئات الدولارات شهريًّا. كما تطلب "كارتو دي بي" ثمنًا للاحتفاظ بالبيانات والخرائط بصورة خاصة على الموقع. يقول بينيت: "لقد كانت لدينا مشكلات حقيقية.. فإذا كنتَ طالب دكتوراة بدون أي تمويل، فإن هذا الأمر لن يناسبك". وتقدم "ماب بوكس" نموذج تسعير مماثلًا لاستضافة الخرائط على خوادمها، على الرغم من أن برنامج "تايل ميل" نفسه يمكِن تحميله بصورة مجانية. ورغم ذلك.. تعمل "كارتو دي بي" مع أكاديميين؛ من أجل إيجاد حلول، كما يقول دي لا تور، حيث تُعطي مِنَحًا تصل إلى 3,500 دولار أمريكي للباحثين في تداعيات التغير المناخي، تقديرًا للاهتمامات البيئية للشركة.

يمكن للمستخدمين المتقدمين عمل سلسلة متشابكة من هذه الأدوات.. فعلى سبيل المثال.. يمكن إنشاء خريطة تحتية باستخدام برنامج "تايل ميل"، وطبقات بيانات باستخدام "كارتو دي بي"، ثم يتم تغليف ذلك بواجهة إنترنت باستخدام "ليف لِت" Leaflet، وهي حزمة تمثيل بيانية متلائمة مع الأجهزة المحمولة، وتعمل على الجافاسكريبت الخاص بالبرنامج، وتنسجم مع حزم التمثيل الأخرى، مثل "دي ثري" D3. وقد قام دنكان سميث ـ الجغرافي في كُلية لندن الجامعية ـ بعمل واحدة من هذه التركيبات، ألا وهي خريطة على الإنترنت تَحمِل بيانات تعداد السكان في المملكة المتحدة، أطلق عليها "لومينو سيتي" LuminoCity، وتَستخدِم "ليف لِت" لعرض بيانات الخريطة فوق خريطة تحتية مصمَّمة ببرنامج "تايل ميل"، بالإضافة إلى أحد بدائل D3، الذي يُسمى "دِمبل" Dimple؛ من أجل عرض رسوم بيانية للبيانات على الشاشة.

مراكز تخزين

يُشير ديسميت إلى أنه بإمكان الباحثين أيضًا تخزين مجموعات البيانات الخاصة بهم في حساب "كارتو دي بي"، ثم الوصول إليها (باستخدام لغة قواعد البيانات شائعة الاستخدام SQL)؛ من أجل تطبيقات إنترنت أخرى. وفي أحد المشروعات، قام باستخدام D3 ببناء خريطة تُظْهِر مُشاهَدات راداريّة لهجرة الطيور على شكل مُنحنيات تتدفق مثل الرياح. وتم تخزين الكود المصدري في مستودع على "جِت هَب" GitHub، لكن الخريطة تسحب البيانات العلمية من حساب "كارتو دي بي" الخاص به.

على الرغم من التعقيد البصري لهذه الأدوات، إلا أن مستوى التحليل الحسابي الذي توفره محدود. وبعد استخدام هذه البرامج في تعلُّم المفاهيم الأساسية، يمكن للباحثين الانتقال إلى استخدام منصات نظم معلومات جغرافية أكثر قوة، حيث يَستخدم علماء كثيرون ـ من بينهم أولئك الذين يشاركون في إقرار السياسات العامة، مثل التخطيط الحضري، وتحليل الأزمات ـ "أرك جي آي إس" arcGIS، وهي حزمة من المنتجات، تقوم عليها شركة "إسري" Esri، التي يقع مقرها في ريدلاندز، كاليفورنيا. وهناك أيضًا بديل مفتوح مصدر، يُسمى "كيو جي آي إس" QGIS، وهو مشروع لمؤسسة الجيولوجيا المكانية مفتوحة المصدر Open Source Geospatial Foundation.

يشير جيمس ديفنبورت ـ من جامعة واشنطن بسياتل ـ إلى أن الباحثين الذين يقومون بالفعل بكتابة كود ـ كجزء من عملهم ـ يمكنهم استخدام لغات برمجة معينة، مثل "بايثون"، و"آر"، اللتين تمتلكان بالفعل حِزَمًا قوية لرسم الخرائط، رُبما لا يعرف عنها المستخدمون شيئًا. ويقول أيضًا: "إن علماء الفلك كثيرًا ما ينتهي بهم المطاف بالحَطّ من شأن برمجيات التمثيل العلمي لعمل الخرائط". وهو يستخدم الآن حزمة بايثون "مات بلوت ليب" matplotlib، جنبًا إلى جنب مع بقية أدواته التحليلية المرتكِزة على "بايثون"؛ من أجل إسقاط مُشاهَدات الأشعة تحت الحمراء الخاصة به على خرائط للسماء.

وحتى أولئك الباحثين الذين لا يفضلون التعامل مع الأكواد، يمكنهم إنجاز الكثير بمساعدة "كارتو دي بي"، و"تايل ميل"، وهذا "لا يحتِّم عليك أن تكون لائقًا تقنيًّا بصورة خاصة" كما تقول جاون، التي أنتجت خرائط للغات التِّبتيّة لأطروحتها باستخدام برنامج "تايل ميل"، وتقوم الآن بتدريس ورشات عمل في رسم الخرائط بنفسها، وتستطرد قائلة: "يجب عليك ألّا تخاف من المحاولة". ■

مارك زاسترو كاتب علمي في سيول. وقد أرسل هذا المقال من العاصمة واشنطن.

توضيح

لم توضح القصة المنشورة بقسم "صندوق الأدوات" في عدد فبراير الماضي (*Nature* **517**, 109–110; 2015) السبب الذي دفع رابح مور إلى التوقف عن التدريب على لغة (الآر R)؛ حيث كان يعمل على كتابة ورقة بحثية، تمهيدًا لنشرها.

DUNCAN A. SMITH, CASA UCL

وسائل التواصل الاجتماعي كيف يمكن للعلماء أن يستخدموا «تويتر»، لتوسيع دائرة معارفهم. **ص. 83**

نقطة تحوُّل ستاسي جابريل الحائزة على مسمَّى «الباحث الأكثر حماسًا» في قائمة «تومسون رويترز» لعام 2014 **ص. 87**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**

MATT KENYON/GETTY

تقنية بيئية

الضـــوء الأخـــضـــر

التصميم العلمي للمباني المستدامة ذات الاستهلاك المنخفض للطاقة في طريقه إلى الانتشار.

براين نيلسون

قبل أن تتبيّن يِتُونْدِي عبدول وجهة مسارها المهني، درّست علم السرطان في مختبرات برلين، ومدينة رافينا الإيطالية. وفي الوقت الذي انتابتها فيه مشاعر مزدوجة حيال مستقبل محصور في ردهات المختبرات، وجدت مسارًا مهنيًّا جديدًا أثناء دراستها للحصول على درجة الماجستير في التكنولوجيا البيئية في جامعة إمبريال كوليدج في لندن.

ابتكرت يِتُونْدِي مجموعة من المعايير، ومؤشر نقاط؛ من أجل تقييم استدامة المباني في المناطق الحضرية، وتعرَّفت على نظام دولي للتقييم البيئي للمباني في المملكة المتحدة، حيث يشهد هذا النظام رسميًّا بمطابقة هذه المباني للمعايير البيئية، سواء على مستوى التصميم، أم التشييد، أم التشغيل؛ مما أثار اهتمامها على الفور.

في الوقت الحالي، تشارك عبدول في مجالات اقتصادية وإنسانية متعلقة «بالبناء صديق البيئة»، دون أن تشعر للحظة بالاشتياق إلى المختبر. وتحكي عن مجال البناء صديق البيئة ـ الذي تعمل فيه كمستشارة ومديرة مشروع في مؤسسة أبحاث البناء في واتفورد (المنظمة الأم لنظام تقييم المباني) ـ قائلة إن «هذا المجال، كخيار مهني، يبدو أفضل بكثير مما كان عليه من قبل، وسوف يشهد مزيدًا من الازدهار».

يهدف الإعمار صديق البيئة ـ الذي نطلق عليه أيضًا البناء الأخضر أو المستدام ـ إلى الحد من الأثر البيئي الشامل للمنشأة، من خلال تطبيق مجموعة من المبادئ التي تتحكم في خصائصه المختلفة، كموقعه، وحجمه، وتصميمه، وبنائه، وصيانته، ومستلزماته من الطاقة. ويستطيع العاملون في هذا المجال أن يشاركوا ـ على سبيل المثال ـ في تقييم استدامة مواد البناء، أو تصميم النوافذ التي تسمح بنفاذ أقصى قدر من ضوء النهار، أو تقييم أنماط استخدام الطاقة، أو فهم الأسلوب الذي قد يتفاعل به السكان مع إعادة تصميم المنازل، والمكاتب، والمدارس. ويشمل البناء صديق البيئة أيضًا تحليل دورة الحياة، الذي يقيّم الأثر البيئي لمكونات المبنى مدى الحياة، وفقًا لطريقة تصنيع هذه المكونات، أو نقلها، أو تركيبها، أو التخلص منها، أو إعادة استخدامها.

في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي، تستهلك المباني 40% من معدل الاستهلاك الكلي للطاقة، وهي نسبة مرتفعة، دعت إلى توفير الطاقة، والحد من الانبعاثات، ومراجعة نظم ترخيص المباني؛ من أجل العمل على إنشاء مبانٍ أكثر ملاءمة للبيئة. وقد أعطى هذا التركيزُ المتزايد الباحثين الشباب فرصًا جديدة لشغل مناصب في القطاع الصناعي، وفي المنظمات غير الربحية التي تهتم بتحويل المباني الجديدة والحالية إلى مبانٍ صديقة للبيئة في جميع أنحاء العالم. ومن ثم، يختار طلاب الدراسات العليا، وباحثو ما بعد الدكتوراة ترك تخصصات شتى، مثل الكيمياء الحيوية، وعلم السموم، والجغرافيا، والفيزياء، والهندسة البيئية؛ من أجل دراسة هذا المجال.

في إطار شغل معظم وظائف هذا المجال، لا يدخل ضمن متطلبات الوظيفة التدريبُ على فنون العمارة، بل الإلمام بمبادئ الاستدامة البيئية وعلم البناء. وتقدِّم جامعات عديدة دورات دراسية في علوم البناء وفيزياء البناء، وهي موضوعات تتبع نهجًا يعتمد على البحث العلمي والتدريب العملي في دراسة السمات المادية للمباني. وتمنح جامعة ولاية بورتلاند في أوريجون ـ على سبيل المثال ـ درجات علمية للطلاب والخريجين في الهندسة الميكانيكية أو المعمارية، مع التركيز على علوم البناء. يقول ديفيد سيلور ـ مدير مختبر أبحاث البناء صديق البيئة في الجامعة ـ إن الطلاب الذين أكملوا تلك البرامج نجحوا نجاحًا كبيرًا في العثور على وظائف في هذا القطاع.

ويمكن للتطوع بالعمل مع المنظمات غير الربحية ذات الصلة بالبناء صديق البيئة أن يساعد العلماء حديثي العهد في بناء علاقات جيدة في هذا المجال، إلا أن معظم ◄

ديفيد سيلور يفحص محطة الطقس المستخدَمة في دراسة على الأسطح المزروعة داخل حرم جامعة ولاية بورتلاند.

PORTLAND STATE UNIV.

◄ الخبراء في هذا المجال يتفقون على أن المِنَح التدريبية والزمالات غالبًا ما تكون أقصر الطرق للحصول على وظيفة.

فرص دولية

تتباين فرص العمل من بلد إلى آخر، لكن غالبية التوقعات تشير إلى نمو قوي دوليًّا في مختلف جوانب قطاع البناء صديق البيئة. وتوقعت شركة «نافيجانت كونسلتنج» Navigant Consulting الاستشارية في شيكاغو بإلينوي مؤخرًا أن تنمو السوق الأوروبية للمباني الموفرة للطاقة، وكذلك المنتجات والخدمات التابعة لها، من 41.4 مليار يورو (47 مليار دولار) في عام 2014 إلى 80.8 مليار يورو في عام 2023. كما شهدت الأسواق في الولايات المتحدة نموًّا سريعًا في تبنِّي فكرة المباني صديقة البيئة، من المتوقع أن يستمر على نطاق واسع. وتُعَدّ الصين ـ التي تشهد سنويًّا بناء ملياري متر مربع من المباني الجديدة ـ أكبر سوق بناء تجاري في العالم، وهدفًا جذابًا بشكل متزايد لبرامج البحوث في مجال البناء صديق البيئة. وفي عام 2009، أنشأت الولايات المتحدة والصين مركزًا لأبحاث الطاقة النظيفة، حيث إنه من بين أهداف «اتحاد المعمار الموفر للطاقة» تسريع عجلة الأبحاث، والتقدم في تقنيات تكنولوجيا توفير الطاقة، من خلال التطبيق العملي على المباني في الصين. وفي الأوساط الأكاديمية، ازداد التمويل الأمريكي لبحوث البناء صديق البيئة في السنوات الأخيرة، حيث توزعت الأموال على عدة وكالات، مثل وزارة الطاقة، ومؤسسة العلوم الوطنية، ووكالة حماية البيئة.

في الاتحاد الأوروبي، يضم برنامج «هورايزون 2020» للبحوث والابتكار، الذي تبلغ قيمته 80 مليار يورو للسنوات من 2014-2020، أبحاثًا متعلقة بالبناء صديق البيئة ضمن خطته المناخية، وتحديات كفاءة استخدام الموارد، واستهلاك المواد الخام، فضلًا عن برامج أخرى. ويقول الباحثون إن الالتزام بهذا التمويل عزَّز من فرص الأكاديميين في جميع أنحاء الاتحاد الأوروبي. كما يبيِّن مايكل كراوس، مدير مجموعة تقنيات البناء في معهد فراونهوفر لفيزياء البناء في كاسل الألمانية، أننا «إذا نظرنا إلى الفرص البحثية في مجال البناء صديق البيئة؛ سنجد أن فرص العمل جيدة في جميع بلدان الاتحاد الأوروبي».

كان كراوس قد درَس الفيزياء، قبل أن ينتقل من مرحلة البحوث الأساسية في مجال الطاقة المتجددة إلى التطبيقات العملية على كفاءة استخدام الطاقة في قطاع البناء، حيث انضم إلى زملائه بمعهد تخطيط نظام كفاءة استخدام الطاقة في مبنى «نو أوفيسا» NuOffice I بميونيخ، الذي يُعَدّ أحد أشهر المباني صديقة البيئة في العالم. ولدى ترخيص المبنى في عام 2013، حصل هذا البناء على أعلى درجات الملاءمة البيئية التي مُنحت في أي وقت مضى لمبنى من نوعه، وفق نظام «الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة» لتصنيف المباني صديقة البيئة، المعترَف به في أكثر من 140 دولة. يزدان المبنى بمصفوفة من الخلايا الشمسية على السطح؛ لإنتاج جزء كبير من احتياجاته من الطاقة، وستائر أوتوماتيكية للنوافذ؛ لمنع ارتفاع درجة الحرارة، ونظام لتبريد المياه الجوفية، بدلاً من أجهزة التكييف النهمة في استهلاك الطاقة. وكجزء من المشروع، قام فريق فراونهوفر بحساب كيفية زيادة كفاءة المبنى من خلال مميزات أخرى، كاستخدام طبقة عزل سميكة، ونوافذ بثلاثة ألواح.

من ناحية أخرى.. توفر الخدمات الاستشارية في مجال كفاءة استخدام الطاقة فرص عمل متزايدة للباحثين. ففي مايو 2014، تلقَّى سيلور مكالمة هاتفية من شركة «إس بي دبليو كونسلتنج» SBW Consulting، الكائنة في مدينة بلفيو بواشنطن، حيث تساعد أصحاب البيوت والأعمال التجارية على قياس كفاءة استخدام الطاقة والمياه، وتتطلع إلى توظيف مزيد من العاملين. أوصى سيلور بتعيين سانتياجو رودريجيز مديرًا لمختبره ومتخصصًا في تطوير أجهزة القياس في المباني وصيانتها. كان رودريجيز ـ الذي انجذب إلى رياضيات الديناميّات الحرارية، وميكانيكا السوائل في البداية ـ قد استغل براعته في برمجة أجهزة الاستشعار؛ كي يحصل على وظيفة في مختبر سيلور. من ضمن المشروعات الأخرى التي عمل فيها هناك، أنه طوَّر أجهزة استشعار ونشَرها، من أجل استخدامها في تقييم الطريقة التي يتفاعل بها سطح مزروع فوق متجر للبيع بالتجزئة مع غلاف المبنى، أي الحواجز المادية التي تفصل ما بداخل المبنى عما بخارجه، وكذلك مع نظام التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء بالمبنى.

بعد حصوله على درجة الماجستير في الهندسة الميكانيكية، التحق رودريجيز بشركة «إس بي دبليو» في يوليو 2014 كمهندس متخصص في كفاءة استخدام الطاقة. يقوم رودريجيز الآن بتركيب وصيانة أجهزة معقدة للاستشعار عن بُعْد، ستساعد العملاء على تقليل وتتبع استهلاك الطاقة. ويقول في تعليق له: «أحب تقييم نماذج الطاقة التي طورها الآخرون، وبناء نماذجي الخاصة.. كما أنني أجد الجوانب التقنية المتعلقة بأجهزة القياس شيقة».

وانطلاقًا من أن مجال البناء صديق البيئة لا يقتصر على التطبيقات التكنولوجية والهندسية، فقد أسهمت يِتُونْدِي عبدول ـ الباحثة السابقة في مجال السرطان ـ مؤخرًا في إنتاج أداة تساعد الجمعيات الخيرية ـ مثل الاتحاد الدولي للصليب الأحمر، وجمعيات الهلال الأحمر ـ على تقييم استدامة مشروعات إعادة الإعمار، التي تقوم بها في أعقاب الكوارث الطبيعية. وضمن الجهود المبذولة في تعليم المهنيين والمتطوعين في المجال الإنساني، ذهبت عبدول إلى الفلبين؛ لتدريب المتطوعين والمهنيين على استخدام تلك الأداة في برامج إعادة الإعمار في منطقة دمّرها إعصار هايان. وقال المشاركون في الدورة إن الأداة ستساعدهم على اتخاذ قرارات أكثر استنارة.

مسارات غير مباشرة

تركِّز ليندساي بيكر ـ نائب رئيس تطوير الأعمال في شركة «بيلدنج روبوتيكس» Building Robotics حديثة الإنشاء، الكائنة في أوكلاند، كاليفورنيا ـ على كيفية تفاعل الناس مع البيئة داخل المباني صديقة البيئة. وفي أثناء دراسة بيكر الجامعية في مجال الدراسات البيئية، حصلت على ثلاث دورات تدريبية، مهَّدت لها الطريق في مجال البناء صديق البيئة. وبعد الانتهاء من دراستها، ساعدت على تطوير نظام الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة (LEED) لدى المجلس الأمريكي للبناء صديق البيئة، وهو هيئة غير ربحية في واشنطن العاصمة.

في الوقت الحالي، تُواصِل بيكر دراسات الدكتوراة ضمن برنامج علوم البناء في جامعة بيركلي بكاليفورنيا، وتساعد الشركة على الترويج لنظام برمجيات خاص متصل بنظام التدفئة والتبريد الرقمي في مبنى ما، يتيح لقاطني المبنى أن يلعبوا دور أجهزة الاستشعار؛ لضبط المتغيرات البيئية داخل المبنى بدقة. وتتوقع بيكر أن تقوم الشركة الجديدة، التي يعمل بها 12 شخصًا، بتوظيف المزيد من العاملين بحلول نهاية 2015.

يقول كريس بايك ـ نائب رئيس الأبحاث في المجلس الأمريكي للبناء صديق البيئة ـ إن المجلس يعثر على بعض كبار المرشحين للوظائف لديه من خلال فرص التدريب، ويشير أيضًا إلى أن أفضل هؤلاء يتميزون بالمرونة، والقدرات التحليلية، وحب الاستطلاع، والقدرة على التعامل مع عدة مهام في وقت واحد.

> **«أصبح مجال المباني صديقة البيئة عملًا تجاريًّا مربحًا».**

يشغل بايك أيضًا منصب مدير العمليات في مرصد تقييم معايير الاستدامة البيئية العالمية، الذي يساعد المستثمرين المحتمَلين على مقارنة السمات صديقة البيئة لسجلات العقارات العالمية. وكان بايك قد شحذ مهاراته التحليلية من خلال دراسة لآثار امتداد العمران على غابة استوائية. ورغم أن أبحاثه في الماضي تبدو أبعد ما تكون عن دوره الحالي، فإنه يقول إنهم يستخدمون أدوات مماثلة؛ و«سواء أكنت تبحث في التحليل المناخي البيولوجي لمجتمع من الأشجار في الغابة، أم مجتمع من الأموال العقارية، فإنهما لا يختلفان كثيرًا من الناحية الرياضية».

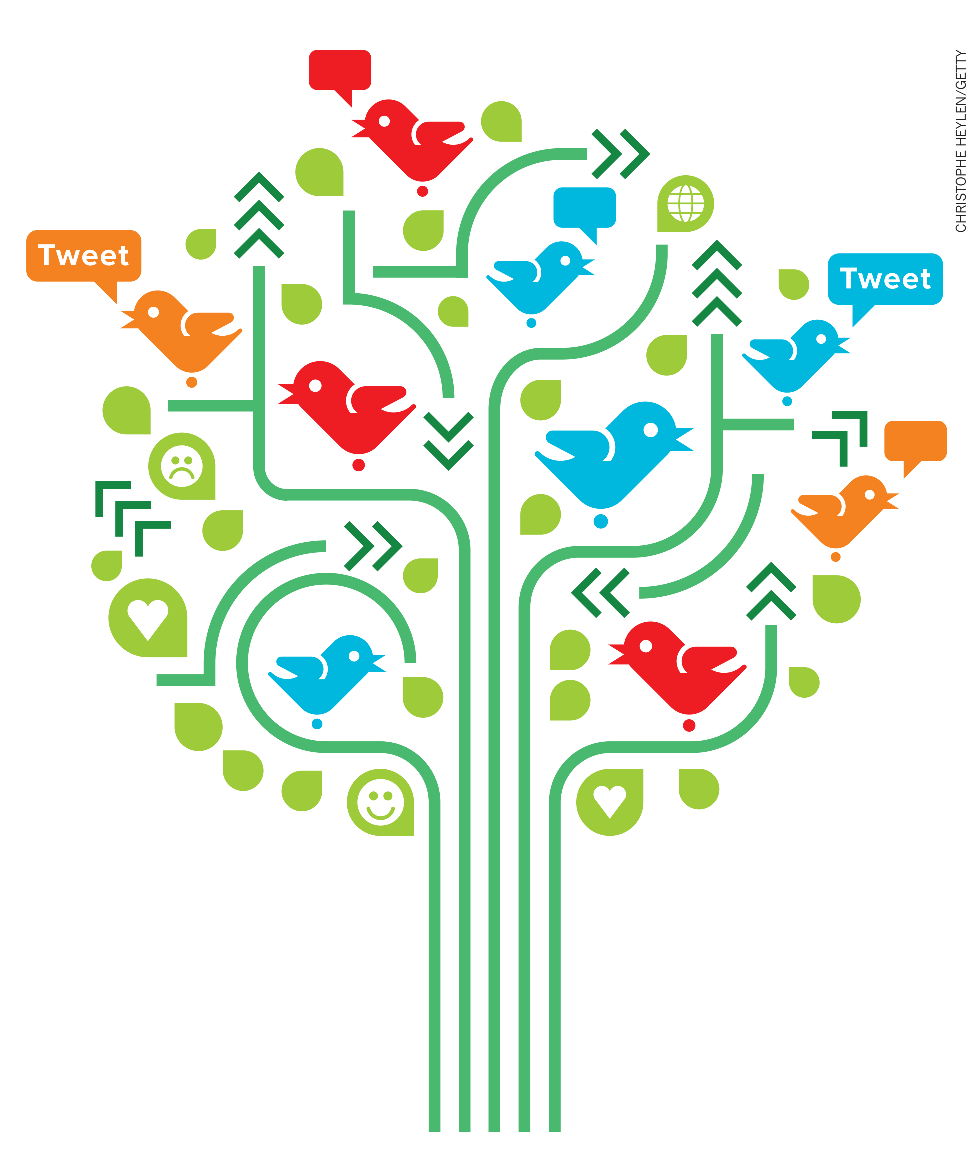
وكان انتقاله إلى مجال البناء صديق البيئة، مع المشاركة في مهام متداخلة لدى منظمات غير ربحية ـ مثل «وكالة حماية البيئة» في الولايات المتحدة، وشركة استشارية خاصة ـ فرصةً لتوجيه مهاراته في طريق مساعدة الناس على اتخاذ قرارات أكثر ذكاء فيما يتعلق بالبيئة الحضرية.

بالمثل، سلَكت إلين كوين طريقًا غير مباشر إلى هذا المجال، قادمةً من جيولوجيا التعدين. وحاليًّا، تشغل منصب نائب رئيس المعايير البيئية والصحية والسلامة في شركة «يو تي سي للنظم الصناعية والمباني»، وهي جزء من شركة «يونايتد تكنولوجيز» الكائنة في هارتفورد، كونيتيكت. وتركِّز كوين على إيجاد حلول استباقية؛ للتقليل من بصمة الشركة البيئية. وتراقب كوين مقاييس استهلاك الطاقة، والمياه، والنفايات، وكفاءة الاستخدام في مصانع الشركة، ومراكز البحث والتطوير. وتقول إن فريقها يحدد في كل عام أهدافًا لتحسين بيئة كل مبنى، ويطور خطة دقيقة لتتبُّع التقدم المحرَز. ومن ثم، «أصبح مجال المباني صديقة البيئة عملًا تجاريًّا مربحًا».

في ذلك الإطار.. تكشِف جيلينا سريبريك ـ خبيرة مجال البناء صديق البيئة، والهندسة الميكانيكية في جامعة ميريلاند في كوليدج بارك ـ أن نطاق فرص العمل تتسع دائرته اتساعًا كبيرًا، «فإذا كنتَ متخصصًا في عدد من المجالات العلمية والتقنية والهندسية؛ فيمكنك ـ بدون شك ـ أن تقدِّم إسهامًا في هذا المجال صديق البيئة». ■

براين نيلسون كاتب مستقل، مقيم في سياتل، واشنطن.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



CHRISTOPHE HEYLEN/GETTY

وسائل التواصل الاجتماعي

تعزيز التواصل

كيف يمكن للعلماء أن يستخدموا «تويتر»، لتوسيع دائرة معارفهم، وإيجاد وظائف.

مونيا باكر

تشكَّكت الباحثة في علم المعلومات، كاسيدي سوجيموتو ـ في بادئ الأمر ـ في أن موقع التواصل الاجتماعي «تويتر» ليس إلا وسيلة للترويج، ومضيعة للوقت، لكنها لاحظت أن طلاب الدراسات العليا الذين تُشرِف عليهم يتلقَّون دعوات لحضور مؤتمرات، وللمشاركة في كتابة أوراق بحثية، من خلال جهات تتواصل عبر هذه المنصة الاجتماعية، فقررَت أن تخوض هذه التجربة. تدرس سوجيموتو أسلوب نشر الأفكار بين الباحثين في جامعة إنديانا في بلومينتون، ودخلت مرحلة تبادل الآراء من خلال هذا العالَم الافتراضي منذ العام الماضي، عبر نافذة التعليقات القصيرة، أو كتابة «تغريدات» متعلقة بجلسات المؤتمرات؛ مما أدَّى إلى تقديم أحد معارفها الجدد عرضًا لمساعدتها على التفاوض؛ من أجل الوصول إلى مجموعات البيانات الداخلية لجمعية علمية كبيرة. تقول سوجيموتو: «لأننا بدأنا الحوار على «تويتر»، فقد أُتيح لي أن أنقل الحوار إلى العالَم المادي... وسُمح لي أن أتطرق إلى النِّقاش مع مجتمعات جديدة، وأن أدمج المزيد من التخصصات العلمية في أبحاثي».

ثمة قلة نسبية في عدد العلماء الذي يستغلون الفرص التي يمنحها «تويتر». ففي دراسة استقصائيّة أجرتها دورية *Nature* عبر الإنترنت في عام 2014 عن عادات وسائل التواصل الاجتماعي، توصّلنا أن 12% فقط، من بين أكثر من ثلاثة آلاف عالِم ومهندس شاركوا في الدراسة، يستخدمون «تويتر» بشكل منتظم (انظر: *Nature* **512**, 126–129; 2014). وعلى النقيض، توصلت دراسة لمركز «بيو» للأبحاث ـ وهو مؤسسة بحثية مستقلة، مقرها في واشنطن العاصمة ـ إلى أن ما يقرب من ربع المواطنين الأمريكيين المتصلين بالإنترنت يستخدمون «تويتر». ويميل الباحثون في التخصصات التي ترتكز في عملها على الحاسوب ـ كالفيزياء الفلكية ـ إلى استخدام هذا الموقع استخدامًا موسعًا، لكن ليس هناك تقديرات تفيد بأن أي من التخصصات العلمية يستخدم «تويتر» بمعدل أعلى من الجمهور العام، حسبما تقول سوجيموتو.

هنا، يبرز أنصار «تويتر» على الساحة، ليقولوا إن هذا يؤدي إلى عدم استغلال الكثير من قدرات التشبيك. ففُرَص التدوين القصير (نشر تعليقات موجزة بشكل دوري) نافذةٌ قادرة على مساعدة شباب العلماء في بناء مسارهم المهني. إضافة إلى ذلك.. تُعَدّ فرصة متابعة رواد العلوم والمنظمات ذات الصلة وسيلة فعالة وسهلة، يتعرف من خلالها الباحثون على الأوراق البحثية المهمة، والفعاليات، ومصادر التمويل، ودائرة الزمالة الممكنة، وفرص العمل. ويستفيد العلماء الذين يكتبون تغريدات من تلقِّي دعوات للحديث في مؤتمرات وفعاليات، فضلًا عن بناء صلات مهنية تدوم طويلًا. مع ذلك.. فالأمر له جانب سلبي، حيث ينبغي على العلماء أن يديروا وقتهم على الإنترنت بفاعلية، ويحافظوا على سمعتهم. وعلى هذا المنوال ـ من خلال الاختيار الاستراتيجي لمَنْ تُتابِعه، وما تشارِك به ـ يمكن لشباب الباحثين أن يبنوا شبكة عمل افتراضية قوية؛ تعود عليهم بالفرص والمعلومات والنصائح.

حلقة وصل

يستخدم الأفراد «تويتر» كمشاركين فاعلين، وكقراء أيضًا، فيكتبون أي شيء لا يتجاوز عدد كلماته مئة وأربعين كلمة (انظر: «على «تويتر»، لكنهم لا يغرِّدون»). فعلى سبيل المثال.. هناك أكثر من مليون مستخدِم يتابعون صفحة مختبَر الفيزياء الجسيمية «سيرن» القريب من جنيف في سويسرا. وغالبًا ما يتابع المشاركون مئة مستخدِم أو أكثر، وبذلك يتلقون بشكل ثابت تحديثات «تويتر»، التي يكتبها باحثون خارج شبكة العمل المباشرة الخاصة بهم، كما يمكنهم أن يبحثوا عن تعليقات حول موضوع محدد باستخدام خاصية «الهاشتاج»، تتبعها كلمة البحث الدلاليّة، فضلًا عن اختيار بعض معارفهم؛ للمشارَكة في نقاشات مرتبطة بمجالات اهتماماتهم ووظائفهم. يقول جاكوب جوليج ـ الباحث في علم الأعصاب في جامعة جرونينجن في هولندا ـ إنه «من خلال متابعتك للأشخاص الذين يثيرون اهتمامك، وقد ترغب في العمل معهم، ستصبح من أوائل الناس الذين يعرفون أن لديهم منصِبًا شاغرًا في مختبراتهم، أو مؤسساتهم». فعلى سبيل المثال.. إذا كان أحد المشرفين أو الزملاء المحتملين سينقل مقرّ مختبره، فقد يعلِن ذلك على «تويتر». ومِثل هذا التعليق.. قد يعني أن المختبر أو المؤسسة التي يعمل بها ربما ستبحث عن موظفين جدد في وقت قريب.

عندما كانت ثيا ويتمان طالبة بمرحلة الدكتوراة في عام 2013 في مجال «عِلْم التربة» بجامعة كورنيل في إيثاكا بنيويورك، أعادت نشر تغريدة كتبها باحث آخر في عِلْم التربة، يعلن فيها عن وظيفة ثابتة في جامعة ويسكونسن ماديسون. ولم تَرَ ويتمان في نفسها مرشحًا جيدًا للمنصب؛ حيث كانت تدرس خياراتها لشغل منصب ما بعد مرحلة الدكتوراة. وعندما نظرت مرة أخرى إلى التعليق المنشور، أدركت أن اهتماماتها وكفاءاتها تتماشى مع متطلبات الوظيفة؛ فأرسلت استمارة تقديم؛ وحصلت على فرصة للمقابلة الشخصية؛ وفازت بالوظيفة. ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

(وسوف تبدأ العمل في يناير 2016، بعد إنهاء فترة أبحاث ما بعد الدكتوراة في جامعة كاليفورنيا في بيركلي).

يكتب أحد الكيميائيين على مدونة، وينشر تغريدات باسم (Chemjobber)، ويتناول قطاع الصناعات الدوائية والكيميائية في الولايات المتحدة، ويقول إنه يعلن كل يوم في تغريدات عما يتراوح ما بين ثلاثة إلى خمسة مناصب شاغرة. ويتلقى كل عام ما بين اثنين إلى ثلاث ملاحظات من قراء، يخبرونه بأنهم وجدوا الوظيفة المناسبة من خلال أحد تعليقاته المنشورة.

مع أن العديد من إعلانات الوظائف المنشورة على «تويتر» تفشل في اجتذاب المرشحين الملائمين، إلا أن عمليتي التغريد وإعادة التغريد تساعدان في توسيع نطاق عروض التوظيف. ففي ديسمبر 2014، كتب ماثيو ماكمينز ـ الباحث في علم الجينوم في جامعة نيوهامشاير في دورهام ـ تغريدة تحتوي على رابط عن منصب لوظيفة ثابتة في قسمه بالجامعة. وخلال أسبوعين، أدَّت إعادة التغريد إلى وصول الخبر إلى ما يزيد على عشرة آلاف مستخدم لـ«تويتر»، وطالَع حوالي مئتي شخص مواصفات الوظيفة، على حد قوله، موضحًا أن «هؤلاء المرشحين لم يكن الوصول إليهم ممكنًا بأي طريقة أخرى».

البحث عن موظف، أو صاحب عمل

لا يُعتبر «تويتر» ـ رغم ذلك ـ الطريقة الأساسية التي يجد من خلالها العلماء الشباب الوظائف. تقول جوين بينر ـ التي تنسق الخدمات الوظيفية لباحثي ما بعد الدكتوراة، وطلاب الدراسات العليا في جامعة كاليفورنيا في ديفيس ـ إنها غالبًا ما ترى استخدامات لإمكانات «تويتر» في مَعارض فرص العمل. وتوضح أن صاحب العمل يغرد قائلًا «لديَّ قسم في المعرض»، لكن الطلاب ليسوا موجودين على «تويتر»». ويأتي تيار ثابت من التغريدات من حسابات (@naturejobs)، و(@ScienceCareers)، ومكاتب الوظائف بالجامعات، والوسطاء، وأرباب العمل. وتعتقد بينر أن «تويتر» قد لا يكون فاعلًا كأداة أساسية في البحث عن وظيفة، ويجب استخدامه استخدامًا استراتيجيًّا؛ لمعرفة ما يطلبه أرباب العمل المحتمَلون، وما إذا كان لديهم فرص عمل متاحة، أم لا. وتضيف قائلة إن «هناك ـ على سبيل المثال ـ خمس شركات، أريد أن أضعها ضمن جدول البحث عن وظيفة. وفي هذه الحالة.. ألجأ إلى «تويتر»».

يمكن لـ«تويتر» أن يفيد الباحثين في بداية مسارهم المهني في البحث عن وظيفة، إذ يتيح لهم رؤية التعليقات السابقة لمستخدمين آخرين، وَجِهَات الاتصال الحالية. ويقوم آرني بيكر ـ الذي يعمل في مركز تطوير الوظائف في جامعة ستانفورد بكاليفورنيا ـ بإسداء النصح لحاملي الدكتوراة في العلوم، ولباحثي ما بعد الدكتوراة، ويقول إن متابعة تعليقات المؤسسات والشركات والأشخاص على «تويتر» تعطي دلائل حول ثقافة أماكن العمل والمشروعات الحالية بطريقة لا تتيحها المواقع الإلكترونية المتخصصة. هذه الثقافة ـ من وجهة نظره ـ تفيد على الأخص في مقابلات التوظيف. ويرى ويتمان أن هذه الفرصة ترسم صورة محتمَلة للوظيفة المرتقبة، لأن «إذا كان مستشارك القادم أو زملاؤك ينشطون على «تويتر»، فإن هذا قد يعطيك لمحة عن شخصيّاتهم: هل يميلون إلى السلبية؟ وهل تعليقاتهم بنّاءة؟ وكيف يستجيبون للنقد؟».

يَستخدِم أرباب العمل «تويتر» لتقييم الموظفين المحتمَلين. فالباحث في علم الأحياء التطورية، إيان كوزين، يؤسس قسمًا لدراسة سلوك الحيوانات الجماعي، بعد انتقاله إلى معهد «ماكس بلانك» لعلم الطيور



كاسيدي سوجيموتو ترى أن «تويتر» قادر على دعم شبكات النقاش العلمي الإلكترونية

في كونستانس الألمانية، ويقول إن «تويتر» أصبح أداة تساعد على إيجاد علماء شباب متميزين»، موضحًا أنه «من خلاله يتعرف على شخصية كثير من الناس». تقول دانييل باسيت، المهندسة الحيوية في جامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا، إنها لم تَستخدِم «تويتر» لتوظيف أعضاء المختبر بشكل مباشر، إلا أنها تنظر إلى أنشطتهم على الإنترنت، حيث يعزز تاريخ التغريدات التي توضح الرؤية العلمية والاهتمامات متعددة التخصصات من فرص فوز المرشحين بالوظيفة.

إنّ حساب «تويتر» لا يعطي دفعة تلقائية. تقول جيسيكا ماكارتي ـ التي تدرس أساليب الانتفاع من الأراضي في معهد ميتشيجن للبحوث التكنولوجية في آن أربور ـ إن «مِن بين زملائي الأكبر سنًّا هناك مَن يعتقدون أنك إذا كنتَ تَستخدِم وسائل التواصل الاجتماعي؛ فليس لديك الكثير ليشغلك». وتحذر جنيفر بيدل ـ الأستاذ المساعد في جامعة ديلاور في نيو وارك، التي تدرس الكائنات البيئية الدقيقة ـ من أن «تويتر» «سلاح ذو حدين»، حيث «إذا كنتَ صريحًا في كلامك، أو تضع تعليقات كثيرة حول حياتك الشخصية، فقد يؤدي ذلك إلى إطلاق أحكام مسبقة عليك».

الأسوأ من ذلك يتجلَّى في إحدى الحالات المثيرة للجدل، عندما حَذفت جامعة إلينوي في إربانا شامبين عرضًا للعمل لوظيفة ثابتة، بعد أن قام المرشَّح للوظيفة بنشر تغريدات مستفزة. يختار بعض العلماء ـ ومن بينهم المستخدِم (Chemjobber) ـ ألا يستخدموا أسماءهم الحقيقية لتفادي الخلافات المحتملة مع أرباب العمل.

أسلوب التشبيك

يقلل مستشارو الوظائف ومستشارو الإرشاد الجامعي، الذين أجرت *Nature Careers* حوارا معهم، من أهمية «تويتر» لصالح تشجيع الحضور الإلكتروني على «لينكد إن» (انظر *Nature* **516**, 441–442; 2014)، مع ذلك فإن «تويتر» وغيره من وسائل التواصل الاجتماعي يغيرون من ملامح وجه المنافسة. تقول دانيل لي، العاملة في التوعية وباحثة ما بعد الدكتوراه في علم النفس بجامعة كورنيل، إن تدويناتها وتغريداتها من أجل اتساع سماء العلوم للمرأة والأقليات أدت إلى اشتراكها في إلقاء خطابات مرموقة، وتلقيها دعوات لكتابة مقالات في دوريات علمية.

تعتقد سوجيموتو أن وسائل التواصل الاجتماعي ربما بدأت في إعادة صياغة أساليب البحث الأكاديمي التقليدي. وتقول: «أرى طلابا ينشئون هويات لا تمر عبر الباحث الرئيسي، كما أرى طلاب دكتوراه يستخدمون «تويتر» بشكل متزايد للترويج لأنفسهم». ورغم أن الدراسات الحالية في هذا الموضوع صغيرة، ولا يزال العمل جاريا على تطوير طرق البحث، هناك من يقول بإن وسائل التواصل الاجتماعي يمكن أن يكون لها تأثير معادل يجعل الأشخاص الذين ليس لديهم إمكانية الوصول إلى شبكات العمل الرسمية أكثر حضورا، على حد قولها.

قيمة «تويتر» عند الباحثين عن وظيفة ترتبط بخلق علاقات بصورة تفوق إيجاد إعلان جديد عن وظيفة، حسبما يشرح (Chemjobber)، الذي يقول: «السبب الذي يدفعك للدخول على «تويتر» للبحث عن وظيفة هو أنه يوفر لك طريقة لاختصار طرق التشبيك التقليدية ... حيث لا يهم إذا ما كنت أستاذا جامعيا، أو طالب دراسات عليا، أو شخصا في بداية مساره المهني، لأنه يمكنك أن تتمتع بالحضور».

تساعد برامج التواصل الاجتماعي المستخدمين على تنويع الاهتمام بعدة تخصصات، حسبما يشرح هيروكي أويدا، الباحث في علم أحياء الأنظمة في مركز رايكن للبيولوجيا التطورية في كوبي باليابان، ويضيف أنه «أحيانا يجد نفسه مهتما بطلاب الدكتوراه وباحثي ما بعد الدكتوراه فقط من خلال تغريداتهم، خاصة أولئك الذين ينتمون لمجالات مختلفة مثل الكيمياء والفيزياء وعلوم المعلومات».

يرى كالاف ويلسون، الباحث في علم المناعة في جامعة بنسلفانيا، أن «تويتر» في مقدروه تمكين شبكات الدعم التي كانت من المستحيل تطبيق فكرتها في العالم المادي. ويشارك ويلسون في مجموعة على «تويتر» تطلق حوارات رقمية أسبوعية باستخدام الهاشتاج (#BlackandSTEM). تلك المنصة تخلق منتدى يستطيع من خلاله أن يشارك الآخرين خبراته كأمريكي من أصل إفريقي يعمل في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، كما بإمكان العلماء الأصغر سنا أن يتعلموا منها. ويقول: «ماديا، قد تكون في موقف حيث أنت الشخص الوحيد [من مجموعة أقلية ذات مستويات تمثيل متدنية]، لكن من خلال وسائل التواصل الاجتماعي تكون في مساحة تستطيع فيها أن تحصل على متنفس لكل ما هو مهم في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات».

«لا يهم إذا ما كنت أستاذا جامعيا، أو طالب دراسات عليا، أو شخصا في بداية مساره المهني، لأنه يمكنك أن تتمتع بالحضور».

إن تبادل العلوم على «تويتر» أمر رائع بصفة عامة، لكن ليس هناك شك في أن «تويتر» قد يتحول إلى وجه قبيح. ففي نوفمبر الماضي، قام قائد بعثة المركبة «روزيتا» التي أنزلت مسبارا على مذنب بارتداء قميص مطبوع عليه صور لنساء شبه عاريات. وغردت كاتبة علمية بأن هذا الملبس جعل علم الفلك أقل ترحيبا بالنساء فتلقت عدة تغريدات تقول لها اقتلي نفسك.

لا للتعليقات شخصية

تفيد كريس جانتر، الباحثة والمتحدث العلمي في مركز ماركوس للتوحد وجامعة إيموري في أتلانتا، جورجيا، بأنه يرى على مواقع التواصل تغريدات سمجة ومتصيدين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

#اتجاهات_العلوم

على «تويتر» لكنهم لا يغردون

هناك استراتيجية منتشرة على «تويتر» اسمها حب الخفاء، أي قراءة التغريدات دون نشر أي شيء. وعلى مستوى العديد من المستخدمين، أصبح «تويتر» وسيلتهم الأساسية لمعرفة الأوراق البحثية والمؤتمرات والأخبار ذات الصلة. ولبناء هذا الصرح المعلوماتي المتجدد، يحتاج المستخدمون أن يختاروا التيار المعلوماتي أو الهاشتاج الأنسب لشخصيتهم ، مثل (lifeafterPhD#). فالكثير من الأقسام ذات الصلة في وكالات المنح الحكومية، على سبيل المثال، يتابعها ما يقرب من أربعة وعشرين ألف فرد (@ NIHfunding).

تنشر العديد من الدوريات العلمية ومحرروها تغريدات لجدول المحتويات، كما يعيدون تغريد التعليقات ذات الصلة. وبإمكان المبتدئين على «تويتر» كذلك أن يجدوا حسابات لمتابعتها من خلال التعليقات التي يُعاد تغريدها ومن خلال البحث في متابعي المستخدمين الآخرين. وهناك العديد من قوائم الأشخاص المرشحين لمتابعتهم. وتقوم برامج مثل (TweetDeck) أو (Hootsuite) بتصنيف تيار المعلومات الذي ينبع من «تويتر» عن طريق اسم المستخدم والهاشتاج.

يعمل «تويتر» كذلك على توسيع نطاق المؤتمرات، إذ يساعد الأشخاص الذين لا يستطيعون الحضور على متابعة ما يجري. في الاجتماع السنوي للاتحاد الجيوفيزيائي الذي انعقد في ديسمبر الماضي في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا، بلغ عدد الحاضرين نحو 24 ألف شخص، لكن أكثر من 28 ألفا نشروا نحو 57 ألف تغريدة فضلا عن أعداد إعادة التغريد باستخدام هاشتاج (agu14#)، وهذا الرقم هو ضعف الرقم الذي تحقق في العام السابق. وغالبا ما يكون لجلسات معينة في المؤتمر هاشتاج خاصا بها، تلبيةً لاهتمامات الباحثين المحددة.

إن المعدل العالي للنشاط على «تويتر» يمكن أن يكون مزعجا، لذا فإن أفضل نهج هو قراءة التغريدات بشكل انتقائي. وتنصح ليزا بالبز، مستشارة التنمية الوظيفية في مدينة كيركوود في ولاية ميزوري، مستخدمي «تويتر» ألا يحاولوا قراءة كل التعليقات. وهي تعتبر «تويتر» مصدرا إضافيا للمعلومات والتشبيك. وتقول: «أتصفح العناوين سريعا عندما أكون متفرغة لدقيقتين».

متعسفين، إلا أن هؤلاء لا يشكلون جزءا مهما من تجربة العلماء على «تويتر». لذلك، هؤلاء الذين يخشون «تويتر» قد لا يدركون قدرتهم في ضبط تجربتهم. تقول جانتر: «تستطيع أن تتوقف عن متابعة أشخاص ما أو تلغي إشعارات مراسلاتهم... وأن تأخذ استراحة لفترة من الوقت». وللاحتياط، تتفادى جانتر كتابة تعليقات مثيرة للجدل أو بالغة الخصوصية، مثل استخدام أسماء أعضاء أسرتها. وبالنسبة للمناقشات التي تتطلب الخوض في تفاصيل، ينبغي أن تُستكمل من خلال أي نوع آخر من وسائل الاتصال. فمن الشائع، على سبيل المثال، أن تبدأ تفاعلات على «تويتر»، ثم تنتقل إلى نقاش عبر البريد الإلكتروني.

تقول ليزا بالبز، مستشارة التنمية الوظيفية في مدينة كيركوود بولاية ميزوري، إنه ما زالت الاتفاقات التي تحكم وسائل التواصل الاجتماعي في طور النهوض، إلا أن القواعد العامة للتشبيك مطبقة ومتعارف عليها. وتصفها بالبز بأن مواقع التواصل الاجتماعية «مساحة غريبة تملأها الفوضى حاليا ... وتنحصر وظيفتها في بناء علاقات مع أشخاص آخرين أيا كانت أداة التشبيك المستخدمة». وتتطلب هذه العلاقات أكثر من مجرد ضغطة زر؛ فعلى سبيل المثال، لا ينبغي على مستخدمي «تويتر» أن يفسروا اجتماعهم على متابعة مستخدم آخر رغبة في مساعدة بعضهما البعض.

يقول بيتر فيسك، المستشار المهني ورئيس شركة «باكس ووتر تكنولوجيز» PAX Water Technologies في ريتشموند بكاليفورنيا، إن سمعة الباحث على الإنترنت التي تصفه بالمفكر وصاحب المبادرة ويد العون النافعة تكسبه قيمة لا تقدر بثمن مثل التي يجنيها من سلسلة أبحاثه العلمية المنشورة. وغالبا ما يتابع منظمو المؤتمرات العلمية ومراقبوها تيار التغريدات للتعرف على العناصر التي أثارت الاهتمام وللبحث عن نجوم العلوم الصاعدين. تقول جانتر إن التغريدات المستنيرة يمكن أن تساعد على جذب اهتمامهم. وعلى مدار الأعوام الماضية ترأست جانتر لجان متخصصة تختار متحدثين ومنسقين للجمعية الأمريكية للجينات البشرية في مدينة بيثيسدا بولاية مريلاند، ومن حقبة خبراتها تكشف أن «التغريدات وحدها لا تلمح إذا كان المتحدث جيدا أم سيئا». فالتغريدات التي تجمع بين التناسق والتماسك المعلوماتي حول موضوع دائما ما تدل على مؤشرات جيدة».

ختاما، نجد أعظم ميزة لموقع التواصل الاجتماعي، «تويتر»، وهي المرونة التي يوفرها على مستوى الوقت المستغرق والالتزام. من ثم، ينصح تيتوس براون، الباحث في علم الأحياء الحاسوبي في جامعة كاليفورنيا في دافيس، بأن «المرء بإمكانه أن يجرب الحياة في هذا العالم دون أن يصل إلى حد الهوس». ويتوقع تيتوس أن «هذا الموقع سيستمر في تطوره بعد ما بدا من تزايد فوائده المهنية بشكل كبير في الأعوام القلية الماضية»؛ لذلك يؤكد على أهمية «إيجاد طريقة ما لاستخدامه استخداما يتناسب مع شخصيتك وجدولك، لأنه حتما سيعود عليك بالنفع». ■

مونيا باكر كاتبة ومحررة في قسم المهن العلمية بدورية *Nature*.

مهن علمية

امتثال

لوائح البحوث

تَدرِس «الأكاديميات الوطنية» في الولايات المتحدة الأمريكية الإطار العام التنظيمي لعملية البحث العلمي، لتحديد تأثيره على الجامعات والباحثين. وستتولى هذه المهمة لجنة تتألف من خبراء التعليم العالي، والعلوم، وصياغة السياسات الاستراتيجية، بالتعاون مع جهات جامعية رقابية، من أجل الوقوف على حجم العمالة، والتكلفة اللازمة؛ للامتثال لشروط كتابة التقارير، والقواعد التنظيمية الأخرى، فضلًا عن التعرف على المناطق التي تزيد فيها أعباء العمل، مقارنةً بمنافع الامتثال. وتصرِّح آن ماري مازا ـ مديرة المشروع ـ بأن لجنتها ستجمع ما توصلت إليه الجهات الرقابية والتنظيمية؛ من أجل فَهْم الأسباب الأوليّة وراء صياغة هذه اللوائح، وتقييم الاحتياجات المستمرة، فضلًا عن تطبيق هذه اللوائح في ضوء الممارسات البحثية الحالية. ومن المتوقع نشر نتائج هذه الدراسة في العام القادم.

أمومة

تحيُّز في المجتمع الأكاديمي الأمريكي

توصَّل باحثون أمريكيون إلى أن المؤسسات الأكاديمية لا تخلو من أفعال التحيز ضد الأمومة. وتوصّلت كريستن إيسجرو في جامعة نيويورك بلاتسبرج، وماري كاستانيدا في جامعة ماساتشوستس بإمهيرست إلى أن الجامعات والكليات الأمريكية تخلط بين إجازتي التفرغ العلمي، والوضع، أو تتوقع من السيدات في هيئة التدريس أن يوفِّقن فترة تربية الأطفال مع قرارات التثبيت الوظيفي (K. Isgro and M. Castañeda *Womens Stud. Int. Forum* http://doi. org/z3j; 2015). جَمَعَت الباحثتان بيانات من أكثر من ثلاثمائة سيدة تشغل مناصب أكاديمية. وتقول إسجرو إنه لا يوجد مسار وحيد مثالي للمرأة، لتدمج حياتها كأم مع عملها.

تبرعات خيرية

زيادة في المِنَح المالية للجامعات

تلقَّت الجامعات الأمريكية المزيد من الأموال القادمة من الأعمال الخيرية والاستثمارات في عام 2014. ووجدت دراسة مسحيّة، أجراها مجلس معونات التعليم في نيويورك، أن الإسهامات المالية الخيرية حقّقت رقمًا قياسيًّا، وبلغت 37.5 مليار دولار أمريكي، لتسجل ارتفاعًا بنسبة 11% عن العام السابق، وهي أكبر قفزة منذ عام 2000، عندما ارتفعت التبرعات بنسبة 14%. ووجدت دراسة مسحيّة أخرى ـ أجراها مسؤولو الأعمال في الرابطة الوطنية لموظفي الأعمال في الكليات والجامعات الأمريكية ـ أن متوسط صافي أرباح المِنَح المالية بلغ 16%، بعدما سجَّل 12% في عام 2013. ويقول عالِم الاقتصاد ريتشارد فريمان، الذي يقود مكتب البحوث الاقتصادية القومي في كمبريدج بماساتشوستس، إن هذا النمو السريع يعوِّض السنوات الصعبة التي تَلَت التراجع المالي في عام 2008.



NEIL WEBB/GETTY

عمـود

مطلوب.. على وجه السرعة

ترى **فيفيان كالير، وناثان فاندرفورد** أن توفُّر معلومات دقيقة عن سوق العمل سيساعد الباحثين على التخطيط لحياتهم بعد نَيْل درجة الدكتوراة.

يأمل معظم الطلاب الملتحقين ببرامج الدكتوراة في العلوم والهندسة داخل الولايات المتحدة الأمريكية أن يصبحوا أكاديميين فور انتهائهم من البرامج، لكن الفجوة بين عدد الحاصلين على درجة الدكتوراة حديثًا والمناصب المتوافرة في هيئة التدريس في الجامعات تتسع سنويًّا. ففي عام 2011، حصل ستة وثلاثون ألف فرد على درجة الدكتوراة في العلوم والهندسة في الولايات المتحدة. وفي المقابل، لا توفر الجامعات الأمريكية سوى ثلاثة آلاف منصب للتعيين الدائم سنويًّا. ومن ثم، يتجه ما يقرب من 70% إلى مرحلة دراسات ما بعد الدكتوراة (M. Schil-lebeeckx, B. Maricque and C. Lewis *Nature Biotechnol*. **31**, 938–941; 2013)، على أمل معلَّق في الحصول على وظيفة تدريس جامعية، وهو ما يصعب تحقيقه على الأرجح.

إنّ السبب وراء هذا يُعزى إلى قطاع التعليم العالي، الذي لم ينقل المكون الأساسي للأسواق الناجحة؛ وهذا العنصر هو: المعلومات الآنية والدقيقة عن الآفاق الوظيفية المستقبلية، لا سيما الصفات الشخصية المحددة، والتدريبات التي مكّنت حاملي درجة الدكتوراة من النجاح داخل الحياة الأكاديمية وخارجها، فضلًا عن الاختلافات بين وظائف سوق العمل في الحقول الفرعية العلمية، والتكنولوجية، والهندسية، والرياضية.

قد يدرك بعض المتدربين أن الحصول على وظيفة تدريس جامعية احتمال يصيب، أو يخيب، لكن إيهام الذات بأن الانخراط في برنامج زمالة ما بعد الدكتوراة قد يعزز موقفهم، هو السبب وراء التحاقهم بتلك البرامج التي تمتد لفترة طويلة. وفي النهاية، نجد أن غالبية طلبة الدراسات العليا من الخريجين الأوائل الذين لم يخفقوا أثناء مراحل دراستهم الجامعية، ولذا.. فهُم مقتنعون بإمكانية «التغلب على المصاعب» في سوق العمل، لكنهم لم يتعرضوا لتجربة العمل الحقيقية، حيث الوجود مع قرناء لا يختلفون عنهم في المستوى كثيرًا.

لا شك أن المؤسسات البحثية تتواطأ مع حالة إيهام الذات هذه، لأن بقاءها يعتمد على العمالة الرخيصة التي يوفرها لها الخريجون وطلاب ما بعد الدكتوراة. إضافة إلى ذلك.. قد يتمتع المتدربون بالقدرات العقلية التي تمكِّنهم من التفوق في المجال الأكاديمي، لكنّ كثيرين منهم لم يؤهَّلوا لتحمل التكاليف المالية والنفسية والشخصية التي ستقع على عاتقهم في سوق العمل الأكاديمي لسنوات عديدة. ولا يدرك كثيرون منهم تمامًا تكلفة انتظار وظيفة، قد لا يجدونها أبدًا. وربما يجهلون البدائل الأخرى بشكل كارثي، بسبب قلة المعلومات المتوفرة عن الوظائف الشاغرة، أو المهارات والخبرات المطلوبة خارج النطاق الأكاديمي.

ليس من الوارد أن ينضبط سوق العمل تلقائيًّا في ظل غياب معلومات أفضل عن مجموعة المؤهلات والمهارات والخبرة المطلوبة بعينها في رحلة البحث عن منصب دائم داخل النطاق الأكاديمي، أو خارجه، على مستوى المجالات العلمية، والتكنولوجية، والهندسية، والرياضية. وستستمر المؤسسات البحثية الباحثة عن عمالة رخيصة في جذب أعداد هائلة من الخريجين وطلاب ما بعد الدكتوراة، على الرغم من التضاؤل الشديد في فرص تعيين أعضاء هيئة تدريس دائمين.

يحتاج الساعون في رحلة الحصول على الدكتوراة إلى صورة أدق عن وضع سوق العمل داخل الحياة الأكاديمية وخارجها، كما يحتاجون إلى المعرفة الجيدة بهذا الوضع قبل التخرج؛ لضمان الانتقال السلس من هذه المرحلة، بدلًا من الاستيقاظ على كابوس عند التخرج. تقدِّم الوكالات الفيدرالية ـ كمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية، ومؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية ـ دعمًا لمعظم الخريجين وباحثي ما بعد الدكتوراة، لكن ينبغي عليها أن تقوم بدور الوسيط في تنسيق المعلومات. ومن ثم، ينبغي أن تُتابِع المحصلة المهنية في السلك الأكاديمي وما يليه، كما ينبغي أن تَجمع البيانات اللازمة؛ للمقارنة بين الحاصلين على الدكتوراة، وغير الحاصلين عليها من العاملين في المجال نفسه، أو المتمتعين بالقدرات نفسها، حتى يقيِّم المرشحون المحتملون مدى جدوى برنامج الدكتوراة. هذه المعلومات لن تفيد المتدربين فحسب، وإنما ستساعد أيضًا الوكالات الفيدرالية في إدارة استثمار الأموال الحكومية في تدريب خريجي الأقسام العلمية، والتكنولوجية، والهندسية، والرياضية، لأنه عندما لا يكون أمام الخريجين سوى خيارات مهنية معدودة تتناسب مع ما حصلوا من تدريبات، فإن عائد الاستثمار لا يكون مثاليًّا.

إضافة إلى ذلك.. يحتاج المتدربون إلى معرفة ما يطلبه أصحاب العمل. ففي مجال وظائف هيئة التدريس، تؤدي الأوراق البحثية المنشورة، والنوع، والسمعة الأكاديمية، دورًا في الاختيار، مع الوضع في الاعتبار التكامل مع الزملاء البحثيين المحتملين، وتوجُّه المؤسسة نحو البحث، والتعليم، والتنوع.

أمّا على مستوى التعيين في الوظائف غير الأكاديمية، فنجد اختلافًا في المعايير، حيث يتم التركيز على المهارات الخاصة، كمهارات القيادة، والتواصل، والعمل الجماعي. ويرجِّح أصحاب العمل في المجال غير الأكاديمي كفة الخبرة العملية عن الاعتمادات الأكاديمية في بعض الأحيان. ومن ثم، يجب أن يكتسب المتدربون الراغبون في الالتحاق بالمهن غير الأكاديمية الخبرة اللازمة مبكرًا؛ لئلا يجدوا أنفسهم في المشكلة نفسها التي يتعرض لها كثيرون من الحاصلين على درجة الدكتوراة، حيث تُوصف مؤهلاتهم بأنها أقل من متطلبات الوظيفة، وفي الوقت نفسه أعلى منها.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من أجل علماء المستقبل، ينبغي جمع معلومات ـ بصورة دورية ـ عن الوضع الحالي والمتوقع لسوق العمل، وتحليلها، ونشرها. وينبغي أن تُشرِف الجامعات على البيانات الخاصة بالمتدربين السابقين. وعلى مستوى الأكاديميين، ينبغي أن تتضمن هذه المعلومات المِنَح، والمنشورات العلمية، وسجلات التدريس، فضلًا عن الخدمات الميدانية والأدوار الإرشادية، بحيث يصبر ذلك المعيار هو ما تستند إليه لجان التعيين الأكاديمية عند تقييم المرشحين. أمّا على مستوى غير الأكاديميين، فينبغي أن تشمل البيانات فترات التدريب، وبرامج التدريب المتخصص، والخبرة العملية التي عليها يعتمد التوظيف.

تَجمع الجمعية الوطنية الأمريكية لباحثي ما بعد الدكتوراة ـ الكائنة في واشنطن العاصمة ـ بيانات عن الحياة العملية لباحثي ما بعد الدكتوراة، والمكافآت، والمنافع، والخدمات المهنية المؤسسية. وقد دشّنت مؤسسة العلوم الوطنية في هذا الشتاء دراسة استقصائية عن الحاصلين على درجة الدكتوراة، وزمالة ما بعد الدكتوراة في السنوات العشر الماضية. وقد تصبح إدارة القوة العاملة للبحث في مجال الطب الحيوي المؤسسة حديثًا، والتابعة لمعاهد الصحة الوطنية في واشنطن العاصمة، هي المنظمة البحثية الأمثل لجمع بيانات عن الحاصلين على درجة الدكتوراة في العلوم الطبية الحيوية، ونشرها.

«ينبغي جمع معلومات عن الوضع الحالي والمتوقع لسوق العمل، وتحليلها، ونشرها».

هذه البيانات من شأنها أن تساعد وكالات التمويل في صياغة سياسات تشجع المؤسسات على تقديم خيارات مهنية لحاملي الدكتوراة خارج هيئة التدريس. ومن طرق تطبيق ذلك: توفير التعليم المتنوع، وتدريب حاملي الدكتوراة؛ حتى يتمكنوا من البحث عن مهن في مجال الصناعة، والاستشارات، والعمل المجتمعي، والسياسات العلمية، والكتابة والتحرير، والإدارة، أو الإشراف الإداري. وعلى وكالات التمويل الفيدرالية أن تجد سُبلًا لتخفيف الضغط من على عاتق المتدربين، الذين يواصلون العمل ليلًا ونهارًا؛ من أجل كتابة منشورات علمية، والحصول على مِنح، كما عليهم أن يدعموا سبل اكتساب الخبرة العملية، واستكشاف مسارات مهنية خارج النطاق الأكاديمي في أثناء فترة تدريبهم.

هذه الحلول طويلة الأجل لن يستفيد منها الخريجون وباحثو ما بعد الدكتوراة، الذين يجب أن يطلبوا المشورة في رحلة التطور المهني، وأن يزيدوا من مهاراتهم الخاصة، فضلًا عن توسيع شبكة العلاقات داخل المجال الأكاديمي وخارجه. وأخيرًا، يَعتمد مستقبَل مئات الآلاف ممن سوف يحصلون على الدكتوراة في المستقبل على إتاحة المعلومات المهنية التي سوف تساعدهم على خلق أفضل تناغم بين عنصري العرض والطلب. ■

فيفيان كالير باحثة من معهد رونين للمنح الدراسية المستقلة في مونتكلير، نيوجيرسي. و**ناثان فاندرفورد** أستاذ مساعد من جامعة كنتاكي في ليكسينجتون.

MARIA NEMCHUK

نقطة تحوُّل

ستاسِي جابرييل

اختيرت عالمة الجينوم الأمريكية ستاسِي جابرييل، لتحوز على مسمَّى «الباحث الأكثر حماسًا» في قائمة «تومسون رويترز» للعقول العلمية الأكثر تأثيرًا في العالَم لعام 2014، وذلك لنشرها 23 ورقة علمية من أكثر الأوراق العلمية استشهادًا بها في عام 2013، وهي الأعلى تسجيلًا لهذا العام. وتدير جابرييل منصة دراسات الجينوم في معهد «برود» Broad في كمبريدج بماساتشوستس.



كم عدد الأوراق البحثية التي كنتِ المؤلف الرئيس فيها؟

ولا ورقة واحدة. وهو ما يدل على طبيعة عملنا، الذي يتسم بالتعاون.

هل كان نشر هذا العدد من الأوراق البحثية أمرًا صعبًا؟

في ظل ابتكار أفكار رائعة للمشروعات، يتمثل التحدي في مواكبة ما يجب أن تكون عليه التطورات التقنية. ومن بين المبادئ الأساسية لمعهد «برود»: إجراء أنواع المشروعات التي لا يمكن أن تتم في مختبرات الأبحاث الفردية. فنحن نبني قدراتنا في أبحاث التسلسل والمصفوفات المجهرية، وهو ما يتيح إجراء مشروعات بحثية ضخمة. فعلى سبيل المثال.. معظم الأوراق البحثية التي أعمل عليها في الوقت الحالي تتناول تحديد مناطق جينية جديدة، قد يكون لها دخل بمرض معين. أما المأزق البحثي، فيحدث في الخطوة التالية، وهي البحث الاستكمالي الذي يدرس التباين الجينومي لمعرفة ما يتسبب في السرطان.

هل لديكِ ورقة بحثية حديثة مفضلة؟

قَبِلَت دورية *Nature* ورقة بحثية في أواخر عام 2013؛ لنشرها في يناير 2014 (M. S. Lawrence *et al*. *Nature* **505**, 495–501; 2014). وقد درسنا فيها أنواعًا متعددة من الأورام، للبحث عن جينات مسبِّبة للسرطان، لم يتم اكتشافها بعد. ووجدنا القليل منها لم نكن نعطيه اهتمامًا في السابق، ومن بينها جينات مسؤولة عن موت الخلايا، واستقرار الجينوم، وتصنيع الحمض النووي الريبي. وقد أدى هذا إلى تجميع كَمّ كبير من العمل.

ما هو شعورك وقد أصبحتِ أكثر العقول العلمية تأثيرًا في عام 2013؟

في الواقع.. لا أتتبع هذه الأمور. وقد ابتهجتُ لمعرفتي أن عدد الأوراق البحثية التي نشرتُها كان أكثر بثلاث ورقات من عدد أوراق رئيسي إريك لاندر. كنتُ أضحك على ذلك بيني وبين نفسي، لكنّ مساري المهني يزدهر ببناء المشروعات البحثية، وليس بتتبُّع سجل النشر العلمي الخاص بي.

ما الذي دفعكِ إلى دراسة علم الوراثة؟

كنتُ أعمل في تخصص سَحْب عيِّنات الدم بجامعة بيتسبرج في بنسلفانيا، عندما بدأتُ دراسة الأمراض في طائفة المينونايت، وهي طائفة دينية يُعتبَر جمهورها معزولًا وراثيًّا. وكطالبة دراسات عليا، كنتُ أسحب عيِّنات الدم، وآخذ بيانات تاريخ الأسرة من المشاركين. وتعلّمتُ كيف أعزل الحمض النووي عن الدم، وأن أرسم خرائطه، وهذا ما استحث اهتمامي بالمجال.

هل أثَّر مشروع الجينوم البشري على مسارك المهني؟

نعم.. ففي عام 1998، كنتُ في نهاية المرحلة الثانوية، عندما انطلقت دراسة الجينوم والجينات البشرية. كانت هناك فرص أثارت اهتمامي في مؤسسات عديدة؛ لدراسة تباين الحمض النووي. التقيت بإريك، الذي أصبح رئيسي لمدة 17 عامًا، أي قبل إنشاء معهد «برود». وبينما كنتُ طالبة دراسات عليا، ألقى محاضرة أَسَرَتْني تمامًا. ولأن مشرفي الأكاديمي حينها كان يعرفه، فقد تمكنتُ من مقابلته بعد عدة أعوام، عندما كنت أبحث عن عمل. كان إريك يعمل على تطوير أحد أوائل المصفوفات المجهرية؛ لدراسة التعدد المظهري البشري على نطاق واسع، وهو ما كان أمرًا غاية في الروعة. ومنذ ذلك الحين، وأنا أدرس تباين الحمض النووي.

ما الذي تتوقعينه لعام 2015؟

نحن نقف على قمة جبل جليدي فيما يتعلق باستكشاف الطبيعة الجينومية لعديد من أنواع السرطان. ونرى كيف أن تطبيق الابتكارات التقنية في عمليات جمع العينات الشاملة يمهد الطريق أمام الاكتشافات العلمية. إن هذا الإيقاع السريع للاكتشافات لن يكون مجرد ومضة، إذا وضعنا في اعتبارنا المعدل السريع للتطور التقني.

أيُّ أوراقك البحثية تعتبرينها نقطة تحوُّل؟

في عام 2002، وفي بداية مساري المهني بمعهد «برود»، نشرتُ وزملائي ورقة بحثية في دورية «ساينس» حول كتل النمط الوراثي المفرد ـ وهي مجموعات من تباين الحمض النووي المتوارثة ـ في الجينوم البشري (S. B. Gabriel *et al*. *Science* **296**, 2225–2229; 2002). كنتُ المؤلفة الرئيسة، وتحولتْ لاحقًا إلى ورقة بحثية رفيعة المستوى؛ ساعدتني على أن أصبح معروفة في المجتمع العلمي الأوسع، وأن أكتب طلبات المِنَح بنفسي. ■

أجرت الحوار: فيرجينيا جوين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

القطعة الأخيرة

يا لها من خسارة!

إيوليا جورجيسكو

وسط هشيم الزجاج المتناثر.. هبطتُ فجأة، ورأيت أمامي نفق المشاة المهجور الذي يمر تحت شوارع مدينة كينسجتون. بعد لحظة واحدة، عَدَوْتُ سريعًا في الأعماق المظلمة للمَمْشَى، شاكرًا كلًّا من العِلْم على هيكلي الخارجي الخفيف، ورب عملي على تحمُّل تكلفته.

وسرعان ما تبادر إلى ذهني هذا السؤال: كيف يتأتى للناس إنجاز أعمالهم بدون أطراف صناعية مطورة؟ يجول السؤال بخاطري، بينما أَمُرّ مسرعًا بجوار مجموعة الإعلانات التي لم أكن لأراها، لولا عدساتي اللاصقة الذكية. وألمح الإعلان الذي يروِّج للمعرض الجديد بمتحف العلوم، وهو بعنوان: «أغراض مندثرة!»، وأتذكر أنه هو المكان ذاته الذي حصلتُ منه على الغرض الذي طلبه رب عملي.

أتحقق من أجهزة استشعاري، دون التروِّي في خُطاي. ما مِن أحد يطاردني.. لكن ربما لاحقًا! أُحْكِم قبضتي على الصندوق الذي أحتضنه بين ذارعَيّ.. فمهمَّتي خطيرة.. والحراسة بالمتحف كانت مشدَّدة لأقصى صورة تتخيلها.

عَلَامَ كل ذلك؟.. يقول إنه سيُهْدِي هذا الصندوق إلى حفيدته الجميلة.. فيا له من مورد عظيم القيمة، سيُهْدَر عند تقديمه كهدية لفتاة في الخامسة من عمرها! فقيمته.. شأنها كشأن حرب المياه في الصحراء. أحتقِر صاحب العمل، ذا الثراء الفاحش، ومهامه العجيبة التي يكلفني بها، لكن ما عسايَ أن أقول وقد تَحَمَّل تكلفة جميع التحسينات التي أُجريت لي.. وهو أيضًا مَن فَكَّ أَسْرِي من السجن مرتين!

بلغتُ نهاية النفق، وتوقفتُ فجأة، للتحقق من أجهزة الاستشعار. أشعرُ بحركة ما في نهاية الممر، من حيث دلفتُ عبر السقف، لكنْ ما مِن وقت أضيعه! فرفعت غطاء فتحة الدخول الثقيل بيد واحدة، وتسللت إلى الفجوة، وأغلقت الفتحة بعد دخولي. وبسرعة.. نزلتُ على الدَّرَج، وأسرعتُ إلى الأنفاق المهجورة التي ترتبط بمنظومة الأنفاق بلندن. وحينما وصلتُ إلى الأرض، توجهتُ إلى واحد من الممرات الواسعة، وشرعتُ في العَدْو مجددًا.

أشعرُ أن الإنهاك يلاحقني، رغم كل أنسجتي العضلية المزروعة.. لكن، لا وقت للتوقف الآن. إنها ليلة عصيبة بمعنى الكلمة، إلا أن الحظ حليفي.. لأني قطعت تلك المسافة البعيدة. فمَن كان يخطر على باله أنّ المتحف فيه مثل هذه المستويات الأمنية المتعددة: كاميرات.. أجهزة استشعار.. طائرات بلا طيار.. أفراد حراسة في كامل لياقتهم الخارجية؟! فيا للقدر الساخر عندما تتحول موارد كانت تبحث عمَّن يقتنيها إلى مواد تستحق أن نخاطر بالحياة من أجلها! لا شيء حقًّا كان يفوق شيوعها في الزمن الماضي، حتى إنني أتذكر ملاحظة الكثير منها في أثناء طفولتي، إلا أنها بعد عقود من الاستهلاك المفرط.. وبعد أن نفدت موارد الكوكب، أمست الأشياء التي لم تكن لها قيمة من قبل تساوي ثروة الآن.

أُعِيد التحقق من أجهزة استشعاري.. فأَجِد خمسة أشخاص يلاحقونني. يا ربي! ربما كان هناك غيرهم من



ILLUSTRATION BY JACEY

المُدَرَّبين! أينبغي أن أُخاطِر بإجراء مسح أعمق؟ من الأفضل أن أحاول أن أسبقهم. إذا بلغتُ نقطة الالتقاء، فربما استطعتُ أن أنجو في ليلتي هذه. مِن حُسْن حَظِّي أن الصندوق خفيف الوزن.

اركض!

عندما استرجعتُ واقعة المعرض، أعتقدُ أنني رأيت زجاجة بلاستيكية مشابهة لتلك التي كانت تستخدمها أمي، حيث قالت إن كل المشروبات كانت تأتينا في حاويات كهذه، وإن المدن كانت تفيض بالزجاجات البلاستيكية. من الصعب أن تتخيل الآن أن يُلْقِي أحد بمثل هذه المواد القَيِّمَة.. لكنّ هذا كان إبّان عصر الإهدار، قبل أن يدرك الناس أهمية الحاجة إلى مثل هذه الموارد في صناعة الطباعة ثلاثية الأبعاد.

تخبرني أجهزة استشعاري أن مَن يلاحقونني أصبحوا قاب قوسين أو أدنى من الإمساك بي. لقد استعانوا بثلاث طائرات بدون طيار، ولا أستطيع أن أسبقهم. قمتُ بمسح الخريطة على شاشة شبكيَّتي، واليأس يتملّكني. غيّرتُ مساري، ودخلت نفقًا آخر. بعد ثلاث دقائق، سيصل القطار إلى هذا القطاع. ربما أنجح في الهروب، لكن التعب ينهك جسدي. رؤيتي مشوشة.. ومع ذلك.. أستمر في طريقي!

جزء من عقلي لا يفتأ أن يستعيد مشهد المعرض. اتخذنا خيارات كثيرة خاطئة، وأهدرنا فرصًا كثيرة، واستنفدنا مواردنا، وخسرنا الكثير.. فأنا وحياتي مثال على تلك الخسائر. بشكل ما.. لم تُواتِنِي القوة من قبل، كي أقوم باختيارات صائبة.

تتناهى أصوات القطار، قبل أن يشع ضوؤه في النفق بوقت كبير. بعد عشرات الثواني.. سيصل! توقفتُ، وواجهتُ الأضواء القادمة. يجب أن أركِّز.. وها أنا أعِدّ: ثلاثة.. اثنان.. واحد. وقبل أن يصدمني القطار، استنشقتُ الهواء؛ لأستحضِر آخر جرعة من الحيوية في جسدي.. وقفزت لأعلى.

حَطَطْتُ على سقف عربة من عربات القطار، وتَشَقَّق الهيكل الخارجي الذي يحيط برجلَيّ بشدة. تشبَّثتُ بالقطار بيد واحدة، وقبضت بيدي الأخرى على الصندوق. أرى الأرقام على شاشة شبكِيَّتي.. «دقيقة و45 ثانية» حتى المحطة التالية!

قفزتُ إلى رصيف المحطة، قبل أن يتوقف القطار. وبشكلٍ ما.. تَمَكَّن الهيكل الخارجي التالف تلفًا شديدًا من الحيلولة دون انكسار رجلي. فقد أحسن الصانع صَنْعَتَه! بدأتُ أَعْدُو، لكنْ بوتيرة أبطأ الآن. ولم أعد بحاجة إلى أجهزة الاستشعار؛ لأُحِسّ باقتراب مَن يطاردونني الآن. صعدتُ الدَّرَج بمشقة، ورأيت الضوء الخافت للصباح بالخارج. لقد نجوتُ!

لا يوجد مَن ينقذني، إذ خرجتُ في نور الفجر. اقتربَتْ الطائرات مِنِّي، وأمامي أربعة رجال شرطة مسلحين، ورجل أصلع قصير القامة، يرتدي نظّارة عتيقة الطراز، عرفتُ من شاشة شبكِيَّتي أنه مدير المتحف. وقعَتْ عيناي على طائرة من طراز مختلف عن الطائرات المعتادة وهي تهبط في اتجاهي ببطء. صاحِب العمل الوغد تَخَلَّى عنِّي، لكنه أرسل لعبته؛ ليحصد جائزته. ما بِاليَدّ حيلة! فربما آن أوان لترك هذه الوظيفة. استجمعتُ ما تبقَّى لي من قوة، وألقيتُ بالصندوق للطائرة التي تقترب.

سمعتُ أحدًا يصرخ: «لا.. لا.. لا تطلِقوا النار، أيها الحمقى!».

هكذا سمعتُ الرجل قصير القامة وهو يصرخ بالتزامن مع صوت الطلقات. انكسر الصندوق، ووقعتُ على الرصيف البارد الرطب. كان طَعم الدم دافئًا في فمي عندما أمسكتُ بذراعي. في النهاية، أخذ البالون المملوء بالهيليوم يرتفع برشاقة في سماء مضيئة بنور الصباح. ■

إيوليا جورجيسكو محررة في دورية *Nature Physics*. تطالع إيوليا ـ خلال عملها ـ مقالات علمية. وأثناء انتقالاتها اليومية بالقطار، تتخيل الحقائق العلمية وهي تتحول إلى خيال علمي.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية